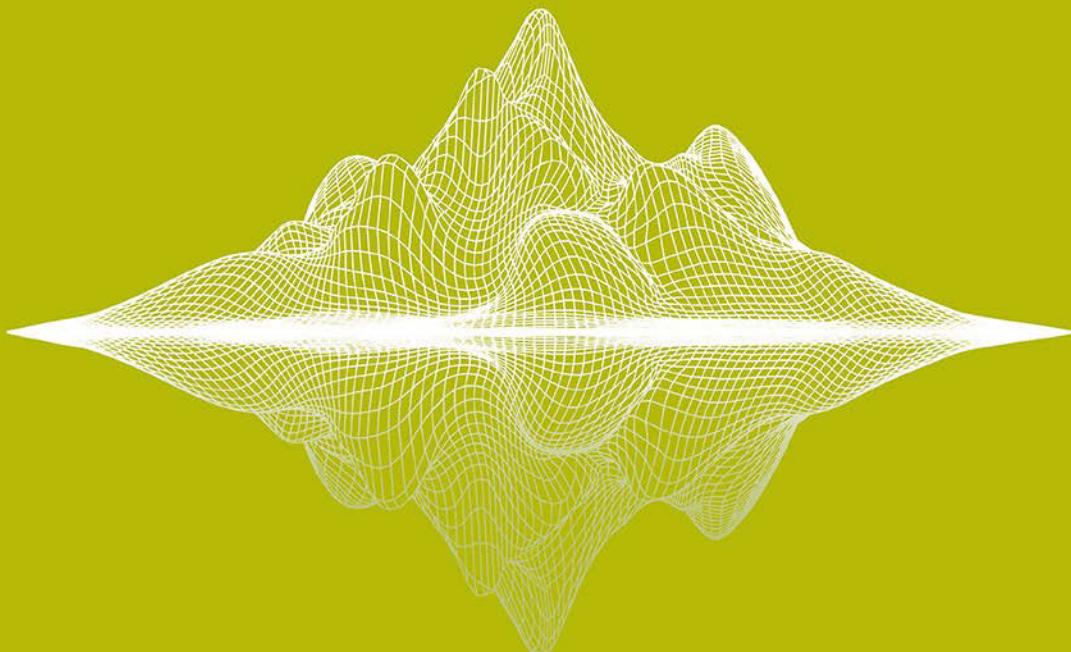


Benjamin Vogt

# Gestaltung in virtuellen Welten

Interaktion, Kommunikation  
und die Bedeutung der Linie



[transcript] Design

Benjamin Vogt  
Gestaltung in virtuellen Welten

**Design** | Band 60

**Benjamin Vogt** (Dr. phil.), geb. 1986, ist Designwissenschaftler und lehrt im europäischen und asiatischen Raum an verschiedenen Universitäten. Zudem ist er Mitgründer und stellvertretender Vorstand des Vereins »Designers Without Borders e.V.«. Er promovierte an der Hochschule für Gestaltung Offenbach am Main. Seine Forschungsschwerpunkte sind virtuelle Welten, Design sensorischer Augmentation und Spekulatives Design.

Benjamin Vogt

## **Gestaltung in virtuellen Welten**

Interaktion, Kommunikation und die Bedeutung der Linie

**[transcript]**

Dissertation der Hochschule für Gestaltung Offenbach am Main.  
Gutachter: Prof. Dr. Martin Gessmann und Prof. Dr. Klaus Klemp

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnetet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.



Dieses Werk ist lizenziert unter der Creative Commons Attribution 4.0 Lizenz (BY). Diese Lizenz erlaubt unter Voraussetzung der Namensnennung des Urhebers die Bearbeitung, Vervielfältigung und Verbreitung des Materials in jedem Format oder Medium für beliebige Zwecke, auch kommerziell.

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

Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen (gekennzeichnet mit Quellenangabe) wie z.B. Schaubilder, Abbildungen, Fotos und Textauszüge erfordert ggf. weitere Nutzungsgenehmigungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.

**Erschienen 2023 im transcript Verlag, Bielefeld**

© Benjamin Vogt

Umschlaggestaltung: Maria Arndt, Bielefeld

Umschlagabbildung: greens87/AdobeStock

Druck: Majuskel Medienproduktion GmbH, Wetzlar

Print-ISBN 978-3-8376-6566-6

PDF-ISBN 978-3-8394-6566-0

<https://doi.org/10.14361/9783839465660>

Buchreihen-ISSN: 2702-8801

Buchreihen-eISSN: 2702-881X

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier mit chlorfrei gebleichtem Zellstoff.

Besuchen Sie uns im Internet: <https://www.transcript-verlag.de>

Unsere aktuelle Vorschau finden Sie unter [www.transcript-verlag.de/vorschau-download](https://www.transcript-verlag.de/vorschau-download)

»*Nobody goes off trail and no one walks alone*«<sup>1</sup>

*Ein Buch ist selten nur die Arbeit von einer Person. Ohne professionellen Rat und die Unterstützung von Freunden und Familie wäre so etwas nur schwer möglich.*

*Danke an alle die wundervollen Menschen, die mir in dieser Zeit und mit der Arbeit beigestanden haben.*

*Ausdrücklichen Dank geht an meine Betreuer Prof. Dr. Martin Gessmann und Prof. Dr. Klaus Klemp für die wissenschaftliche Unterstützung und die angeregten Diskussionen. Besonderer Dank geht an meinen langjährigen Freund Kai Marian Pukall für Abende des ausgiebigen Fachsimpelns, Diskutierens und der daraus resultierenden neuen Perspektiven auf diese Arbeit.*

---

<sup>1</sup> Eine Gruppe von Harfoots in: Atenza, Belen/Kelly, Gene/McKay, Patrick u.a. (Produzenten) J.A. Bayona, J.A./Che Yip, Wayne/Brändström, Charlotte (Regisseure): Herr der Ringe, Die Ringe der Macht, Staffel 1, Folge 3, (Serie) Auckland, 2022 Min: 38:07



# Inhalt

---

<b>1 Einleitung .....</b>	9
1.1 Kontext: Das ultimative Display .....	10
1.2 Thesenformulierung .....	12
1.3 Überblick .....	13
<b>2 Die Linie .....</b>	17
2.1 Die lebensweltliche Linie .....	18
2.1.1 Etymologische Herkunft der Linie .....	18
2.1.2 Phänomenologische Archäologie .....	25
2.2 Die Linie im Disegno .....	34
<b>3 Die Linienwelt .....</b>	51
3.1 Mentale Karten .....	54
3.1.1 Die Form mentaler Karten .....	59
3.1.2 Routen- und Raumkarten .....	64
3.1.3 Mentale Karten und digitale Karten .....	66
3.2 Die Linie als Grundlage für den Weltentwurf .....	68
3.2.1 Die Linie in der Geometrie .....	72
3.2.2 Von der mentalen Karte zur zeichnerischen Karte .....	105
3.3 Zusammenfassung Linienwelt .....	128
3.4 Die Linie im Offenbacher Ansatz (Linientypdefinition) .....	135
3.4.1 Die funktionale Linie .....	139
3.4.2 Die formalästhetische Linie .....	142
3.4.3 Die symbolische Linie .....	145

<b>4</b>	<b>Betreten der Linienwelt</b>	157
4.1	Die Linie in Konstruktivismus und Systemtheorie	159
4.1.1	Konstruktivismus	163
4.1.2	Systemtheorie	171
4.1.3	Systemische Liniendefinition	182
4.1.4	Zwischenfazit	185
4.2	Die Linie im Raster	186
4.2.1	Erkenntnisraster	192
4.2.2	Entwurfsraster	193
4.3	Lineare Routenkarten	207
4.4	Die Linie in der Stereoskopie	211
4.5	Die Linie im virtuellen Raum	213
4.5.1	Begriffsdefinition: virtuelle Realität	214
4.5.2	Virtualität und mentale Karten	216
4.5.3	Die virtuelle Linie	220
<b>5</b>	<b>Fazit</b>	227
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	233
<b>7</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	241

# 1 Einleitung

---

Virtuelle Technologien sind heute allgegenwärtig und aus dem Alltag von Millionen Menschen überall auf der Welt nicht mehr hinwegzudenken. Diese Arbeit hat das Ziel, ein neues Verständnis für die Interaktion mit virtuellen Welten zu generieren. Dies geschieht auf der Basis einer literaturgestützten, philosophisch-historischen Betrachtung. Durch die Betrachtung der Linie als grundlegendes Kommunikationswerkzeug der menschlichen Raumwahrnehmung erschließt sich ein neuer Blick auf virtuelle Welten. Dabei wird die virtuelle Realität als Darstellungsmedium verstanden, das in der Nachfolge zeichnerischer (geometrischer und geografischer) Darstellungen steht. Die Relevanz des Themas erschließt sich aus der rasanten Verbreitung virtueller Technologien – so forschen alle großen Technologie-Firmen (Apple, Facebook, Microsoft etc.) an neuen Umsetzungen von virtueller Realität und der dazugehörigen Hardware. Hierbei ist es das Ziel der Unternehmen, beim Nutzer ein möglichst starkes Gefühl des Eintauchens, der Immersion, zu erzeugen. Angestrebt wird das ultimativ immersive Display.

In diesem Feld soll diese Arbeit eine neue Perspektive bieten: einen Ansatz, den Begriff des ultimativen Displays als Zugang zu einem mathematischen Wunderland und Entwurfswerkzeug zu betrachten, anstatt ihn über fotorealistische Darstellungen der virtuellen Welten herzuleiten. Die virtuelle Welt als ultimatives Display erschließt sich über die Linie als den fundamentalen Grundstein visueller Raumorientierung – systemisch gesprochen, über den visuellen *Unterschied, der den Unterschied macht.*

Das in dieser Arbeit gewählte generische Maskulinum bezieht sich zugleich auf die männliche, die weiblichen und anderen Geschlechteridentitäten.

## 1.1 Kontext: Das ultimative Display

Ivan E. Sutherland, Pionier der Computergrafik und Träger des Turing Awards, schrieb 1965 einen Essay zum Thema digitale Innovation und Wahrnehmung. *The Ultimate Display* gilt heute als Meilenstein auf der Entwicklung von virtuellen Technologien. Der Essay und seine weiteren Forschungen haben Sutherland den Titel des *Urvaters der virtuellen Realität* eingebracht. Der Text ist nach wie vor aktuell, da er Visionen formuliert, an deren Realisierung sich die technische Entwicklung momentan abarbeitet. Für die Arbeit ist *The Ultimate Display* relevant, da neben der Idee einer absoluten Immersion auch die Vision einer betreibbaren mathematischen Welt vorformuliert wird. Eine Vision, die durch diese Arbeit neue Bedeutung erhalten wird. Sutherlands Essay ermöglicht es, historisch in die aktuelle Diskussion einzutauchen und einige essenzielle Ausdifferenzierungen vorzunehmen:

We live in a physical world whose properties we have come to know well through long familiarity. We sense an involvement with this physical world which gives us the ability to predict its properties well. For example, we can predict where objects will fall, how well-known shapes look from other angles, and how much force is required to push objects against friction. We lack corresponding familiarity with the forces on charged particles, forces in non-uniform fields, the effects of nonprojective geometric transformations, and high-inertia, low friction motion. A display connected to a digital computer gives us a chance to gain familiarity with concepts not realizable in the physical world. It is a looking glass into a mathematical wonderland.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Ivan E. Sutherland: »The Ultimate Display«, in: Kalenich, Wayne (Hg.): Proceedings of the International Federation of Information Processing Congress 1965, Jg. 2, Washington/London: 1966, S. 506–508., hier S. 506.

Sutherland ist sich demnach voll bewusst, dass es sich bei der physischen Welt und der mathematischen Welt um völlig unterschiedliche Systeme handelt, indem er die virtuelle Welt in Anlehnung an Lewis Carrolls *Through the Looking-Glass* (oder auf Deutsch: *Alice hinter den Spiegeln*) als ein *mathematisches Wunderland* betitelt. Wortwörtlich übersetzt lautet der Titel von Carrolls Werk: *Durch den Spiegel*. Mit der Metapher der Spiegelung kommt ein zusätzlicher und wichtiger Aspekt von Sutherlands Vision ins Spiel. Das *mathematische Wunderland* ist die Vision einer Spiegelwelt (Looking-Glass), die durch die Reflexionsebene (Spiegelung) der Mathematik visuell zu uns zurückgeworfen wird. Sutherland liefert am Ende seines Essays auch eine visionäre Beschreibung des Zugangs zu Alices Welt, dem ultimativen Display:

The ultimate display would, of course, be a room within which the computer can control the existence of matter. A chair displayed in such a room would be good enough to sit in. Handcuffs displayed in such a room would be confining, and a bullet displayed in such a room would be fatal. With appropriate programming such a display could literally be the *Wonderland* into which Alice walked.<sup>2</sup>

Es geht also um den immersiven Zugang zu einer computergenerierten Welt, in der alle physischen Gegebenheiten simuliert werden können. Das erwünschte Ziel ist es, eine völlig immersive, zweite Realität zu schaffen, die sich nicht von der realen Welt unterscheidet. Das zuletzt wiedergegebene Zitat hat Sutherland den Namen des Urvaters der *Virtuellen Realität* eingebracht. Dabei wird die knappe Definition des *ultimativen Displays* als alleinstehend betrachtet und oft nicht im Kontext von Sutherlands essayistischer Herleitung als *mathematisches Wunderland*. Der mathematisch-geometrische Aspekt wird zu Gunsten einer ultimativen Immersion übersehen oder als gegeben bzw. als offensichtlich hingenommen. Das Resultat ist ein blinder Fleck hinsichtlich der Relevanz von geometrischen Darstellungsformen und damit auch der Linie. Ausgehend von der Vision der Immersion wird

---

<sup>2</sup> Sutherland, 1965, S. 508.

mit der Technologie eine Vielzahl von Wünschen, Zukunftsträumen und weiterführenden Visionen verbunden:

Virtual reality is unlike any technology devised to date and has the potential not only to change the fictional synthetic worlds we make up but to change people's real lives.<sup>3</sup>

Das Zitat stammt von Jason Gerald, einem der führenden Experten und Wegbereiter der virtuellen Realität. Für Gerald hat Virtuelle Realität ein schier unendliches Potential, indem es sowohl die synthetischen Computerwelten als auch die reale Welt neu definiert. Die Besonderheit dieser Aussage kann mit Blick auf die vorliegende Arbeit insofern relativiert werden, als visuelle Darstellungen von räumlichen Daten spätestens seit der Vermessung der Welt immer einen fundamentalen Einfluss auf die lebensweltliche Realität hatten. Wichtig und bemerkenswert ist jedoch die angesprochene Möglichkeit der gesteigerten Lebensweltlichkeit der fiktiven synthetischen Welten. Der vorgenannte blinde Fleck gestaltet sich hierbei als fehlendes Verständnis von *Virtueller Realität* im Bezug zur Geschichte der Darstellungsmethoden, auf denen sie aufbauen. Das wird offensichtlich, wenn man einen Blick auf die verwendeten Visualisierungstechnologien wirft. Die Basis von *virtueller Realität* bildet in dem Zusammenhang die Technik der Stereoskopie.<sup>4</sup>

## 1.2 Thesenformulierung

Die folgende Auflistung fasst die Thesen in dieser Arbeit zusammen:

1. Die Linie ist *der visuelle Unterschied, der den Unterschied macht* und bildet damit die Grundlage der Raumwahrnehmung und ihrer Kommunikation.

---

3 Jason Jerald: The VR book. Human-centered design for virtual reality, New York, San Rafael: 2016, S. xxiii.

4 Joseph J. LaViola/Ernst Kruijff/Ryan P. McMahan. 3D user interfaces. Theory and practice, Boston u.a.: 2017, S. 19.

2. Das Konzept der Linienwelt bezeichnet ein geometrisch-mathematisches Verständnis der Welt.
3. Die Immersion in virtuelle Räume kann als ein *Betreten* der Linienwelt angesehen werden.
4. Mit dem *Betreten* der Linienwelt entsteht für die Interaktion ein Kreisschluss zu den Ursprüngen der Linie, indem diese wieder lebensweltlich, direkt und unmittelbar wird.

### 1.3 Überblick

Die Herleitung dieser Thesen erfolgt stufenweise anhand einer literaturbasierten, philosophisch-historischen Betrachtung. Den Anfang bildet eine Definition der Linie auf der Basis einer etymologischen Herleitung. In der Verortung erfolgt die Ausarbeitung der Ursprünge der Linie aus lebensweltlichen Kontexten und einer gleichzeitigen Definition der Linie als universelle Repräsentanz für Grenzen, Regeln, Ordnung und generell gesellschaftliche Struktur. Ziel ist es, die Linie als lebensweltlich herauszuarbeiten, als Teil der physischen Welt, insoweit als sie als Werkzeug der Konstruktion und Ordnung genutzt wurde und wird. Dies wird erweitert über eine phänomenologische Archäologie in Anlehnung an Manfred Sommers *Arbeit am Rechteck*.

Die Definition wird vorläufig abgeschlossen über das Konzept des Disegno und damit die Linie in der Zeichnung. Dies ergibt sich aus dem Fokus der Arbeit auf virtuelle Räume und deren Verbindung zu den zeichnerischen Darstellungsmedien. Durch das Disegno-Konzept der Renaissance rückt die Linie in der Zeichnung zwischen den Menschen und die Welt als Werkzeug von Erkenntnis und Kommunikation. Die Linie (in ihrer Form in der Zeichnung) soll in diesem Zusammenhang sowohl als Idee als auch als deren Darstellung definiert werden.

Diese Definition der Linie bildet die Ausgangsbasis für einen Exkurs durch die Entwicklung linienbasierter Raumdarstellungen und der resultierenden Herleitung der Linienwelt. Das Konzept der Linienwelt basiert auf den Zusammenhängen mentaler Karten und zeichnerischer Weltdarstellungen wie Karten, Riss und Perspektivprojektionen.

Mentale Karten bezeichnen hier die Form, in der räumliche Informationen mental gespeichert werden. Unterschieden wird dabei zwischen Routenkarten (Orientierung aus der Ich-Perspektive) und Raumkarten (Orientierung durch Relationen, aus der Übersichtsperspektive). Die Linienwelt steht dabei für die These einer geometrisch-mathematischen Kommunikationsebene zwischen mentalen Karten und realer Welt, in die sich alle linienbasierten Raumdarstellungen einordnen. Die Entstehungsgeschichte der Linienwelt bildet sich in der Geschichte linearer Darstellungsformen mentaler Karten, also Landkarten, Zeichnungen und unterschiedlichsten Formen von Projektionen, ab. Diese reicht von den ersten Karten an steinzeitlichen Höhlenwänden über die *mappae mundi* des Mittelalters bis hin zu *Google Maps*.

Das Konzept einer Linienwelt geht einher mit der Vermessung der Welt und dem Verständnis der Welt als ein Ganzes, in das sich alle Dinge einsortieren. Ein anfänglicher Flickenteppich aus unterschiedlichsten Darstellungsformen ordnet sich im Laufe der Zeit über die Mathematik in ein geometrisches Raster, das in Form der Höhen- und Breitengrade jeden Ort der Erde erfasst, ohne ihn explizit vermessen zu haben. Die Entstehung der Linienwelt ist in dem Moment abgeschlossen, in dem das mathematische Verständnis der Welt mit dem Begreifen der Welt als solche gleichgesetzt wird. Die Linienwelt als mathematisch-geometrisches Verständnis der Welt bildet die Grundlage für Weltgestaltung im Großen und Kleinen über die Interaktion mit mentalen Karten (vgl. Kapitel 3).

Das ganze System erschließt sich über Systemtheorie und Konstruktivismus. Ausgehend von der Annahme, dass jegliche Wahrnehmung von Realität eine Konstruktionsleistung des Gehirns ist, die auf Unterschieden beruht, wird die Linie als deren visuelle Repräsentation definiert. Die Linie als Furche im Feld, als geografische oder gesellschaftliche Grenze (Gesetzgebung) wird sich als universelle Darstellung eines Unterschieds erschließen. Im Bereich des Visuellen wird die Linie damit nicht nur als *ein* Unterschied, sondern als *der* Unterschied hergeleitet. Epistemologisch gesprochen wird die Linie das, was das Gehirn aus dem visuellen Unterschied macht, um die Welt zu konstruieren. Die Linie wird zu *dem* visuellen Unterschied, der den Unterschied macht.

Die Anwendung dieser These auf die virtuelle Welt erzeugt dann das Konzept eines *Betretens* der Linienwelt. Dies ergibt sich aus den geometrischen Darstellungsformen, welche die Schnittstelle zu den mentalen Karten bilden. Aus der Herleitung der Linienwelt ergibt sich auch, dass die Entwicklung hauptsächlich über die abstrakten Ansichtsdarstellungen mentaler Raumkarten erfolgt ist. Die mentale Schnittstelle dieser Medien basiert auf räumlicher und zeitlicher Abstraktion. Ein dem entgegengesetzter, immersiver Zugang entsteht durch die Entwicklung der Stereoskopie, die sich aus der Perspektivprojektion ableitet und auch Teil der Linienwelt ist. Jedoch rückt mit der Stereoskopie die Darstellung so nahe an den Menschen, dass die Bildebene mit der räumlichen Distanz ihre Abstraktionsebene verliert. Die Immersion wird komplett, wenn durch die Digitalisierung der Zeichenebene auch die zeitliche Abstraktion abhandenkommt. Die Herleitung über die geometrischen Darstellungsmedien definiert stereoskopische Darstellungen als Teil der Linienwelt, jedoch entsteht durch das Wegfallen der Abstraktionsebenen eine Immersion, die als *Betreten* der Linienwelt verstanden werden kann. Mit diesen Erkenntnissen wird es dann möglich sein, einen neuen Blick auf die Interaktion mit der Linie in virtuellen Welten zu werfen.



## 2 Die Linie

---

Ein grundlegendes Verständnis der Linie bildet die Basis für eine neue Leseart der virtuellen Realität. In den folgenden zwei Kapiteln wird daher eine Definition der Linie vorgenommen. Dabei wird eine erste, historisch basierte Analyse der Linie als weltliches Erkenntniswerkzeug (bottom up) um eine Definition der Linie in der Zeichnung als Fundament der visuellen Kommunikation (top down) erweitert.

Im ersten Abschnitt wird in zwei Schritten die Entstehungsgeschichte der Linie erzählt. Das Ziel ist es dabei, die Linie über ihre Ursprünge als grundsätzlich lebensweltlich herauszuarbeiten. Mit einer etymologischen Betrachtung kann aufgezeigt werden, dass die Linie einen der Grundbausteine der Kommunikation bildet. So kann die Linie in den Kontexten von Grenzen, Gesetzen, Vermessung und Regeln als ordnendes Element ausdifferenziert werden. Mit dem Ansatz der *archäologischen Phänomenologie* nach Manfred Sommer kann die Entstehung der Linie aus den Erfordernissen der Sesshaftwerdung der Menschen im Neolithikum hergeleitet werden. Aufbauend auf der Definition der lebensweltlichen Linie und ihrer Kontexte folgt eine Analyse der Funktion und Interaktion mit der Linie. Dies erfolgt in drei Abschnitten. Im ersten wird die Linie mit dem Konzept des Disegno an ihre zeichnerische Repräsentation in der Zeichnung geknüpft. In dieser Form wird sie dann als Erkenntnis- und Entbergungswerkzeug der Wahrnehmung herausgearbeitet. In der Form der Zeichnung wird sie zum Element der Kommunikation und Ordnung. Abschließend kann die Linie in der Darstellung als grundlegende Kommunikationsschnittstelle hergeleitet werden.

## 2.1 Die lebensweltliche Linie

Die Linie hat einen lebensweltlichen, physischen Ursprung. Dies soll im Folgenden hergeleitet werden, um vorausgreifend aufzeigen zu können, dass durch die neuen Medien ein Kreisschluss für die Linie entsteht. Mit der These einer direkten, lebensweltlichen Interaktion der Linie in virtuellen und augmentierten Realitäten braucht es das Wissen, dass die Interaktion mit der Linie ursprünglich so angelegt war.

### 2.1.1 Etymologische Herkunft der Linie

Eine etymologische Betrachtung steht am Anfang der Linienbetrachtung mit dem Ziel, ein Fundament für die weiteren wissenschaftlichen Analysen zu bilden. Die Etymologie als Teil der Sprachforschung/Philologie ist bedeutsam in ihrer Funktion als historische Betrachtung der Sprachbildung, als vergleichende Textanalyse und für die Herausbildung von Sprachen an sich. Daneben gibt es eine Ausrichtung der Etymologie, von der sich – über das Sprachliche hinaus – Erkenntnisse auch über den vom Zeichen intendierten Gegenstand erhofft werden. Vorausgesetzt wird, dass im Folgenden die Etymologie heuristisch gebraucht wird und nicht weltanschaulich belastet oder ideologisch vereinnahmt wird.

Worum geht es der Etymologie? Die Definition besagt, dass sie die Wissenschaft ist, die sich mit der Herkunft, Geschichte und Grundbedeutung eines Wortes befasst.<sup>1</sup> Um die Etymologie gleich auf sich selbst anzuwenden: Das Wort geht zurück auf das altgriechische *ἐτυμολογία* (etymologia) = »Ableitung eines Wortes aus seiner Wurzel und Nachweisung seiner eigentlichen, wahren Bedeutung«. Das Wort ist aus zwei Bestandteilen zusammengesetzt: »*ἐτυμος* (etymos) ›wahr‹, und *λόγος* (logos) ›Wort‹. Somit bezeichnet die dazugehörige Lehre eine Suche nach dem jedem Wort innenwohnenden Wahren«<sup>2</sup>.

---

1 Brockhaus – Die Enzyklopädie: »Etymologie«, in: Brockhaus – Die Enzyklopädie. Band 6: DUD – EV, Leipzig u.a.: 1997, S. 639.

2 Max Pfister: Einführung in die romanische Etymologie, Darmstadt: 1980, S. 9.

Eine weitere Verfeinerung kommt ins Spiel, indem es nicht nur um die wahre Bedeutung, sondern um das dem Wort innewohnende Wahre geht. Und jenes Wahre, das in der Bedeutung sich nur spiegelt, hat seinen Grund wiederum in der Wahrheit der verhandelten Sache – so will es die dazugehörige Vorstellung. Die Sache wiederum ist nur zu verstehen, wenn über die reine Wortbedeutung hinaus und nach dem zugrundeliegenden Bedeutungskontext gefragt wird. Wichtig ist nicht nur die Wurzel der Bedeutung im linguistischen Sinn unmittelbarer Wortableitung, sondern auch die Wechselwirkung von Übersetzungen und Weiterentwicklungen des Wortes, besonders im Hinblick auf die kulturelle Entwicklung des Kontextes und auch im Hinblick auf den praktischen Gebrauch des Gegenstandes, auf den sich das Wort bezieht. »Dabei gilt es nicht nur, den Ursprung der Wörter zu untersuchen, sondern alles, was dazu dienen kann, die Wörter zu erläutern.<sup>3</sup> Sinnvoll ist es deshalb, neben einer umfassenden historischen Analyse auch einen Überblick über die verwandten Sprachen.<sup>4</sup>

Davon ausgehend bietet es sich an, zuerst bei den zeitlich und geografisch naheliegenden Äquivalenten des Begriffs in andere Sprachen anzufangen, um auf Grundlage der daraus gewonnenen Einsichten die historische Analyse einzuleiten. Die Wortbedeutung der Linie wird zuerst in den lebenden Sprachen, Deutsch, Englisch sowie Französisch betrachtet, um daraufhin über Latein und Neugriechisch zu den altgriechischen Quellen vorzudringen. Durch die resultierende Übersicht entsteht die Möglichkeit, über die dort ersichtlichen Unterschiede und Ähnlichkeiten der Wörter auf zugrundeliegende Verbindungen in Bedeutung und Herkunft zu schließen. Sie können dann in der Analyse der etymologischen Entwicklung bestätigt oder verworfen werden. Es lohnt sich an dieser Stelle, schon wegen der Nähe der zugehörigen Kontexte, den Begriff der Linie bei ihrer etymologischen Betrachtung als Teil einer Gruppe aus Konzepten anzusehen, die sich gegenseitig bedingen als auch aufeinander aufzubauen. Es wird auch einen Exkurs

---

3 Rasmus K. Rask: Von der Etymologie überhaupt. Eine Einleitung in die Sprachvergleichung, Tübingen: 1992, S. 46.

4 Rasmus K Rask, 1992, S. 44.

zu dem Begriff des Punktes und der Kurve geben, in dem Versuch, die Erkenntnisse aus der Herleitung zur Linie zu sortieren und gedanklich präziser einzuordnen. Englisch und Französisch bieten sich wegen ihrer – nicht nur in der Gemeinschaft der Gestalter – globalen und historischen Bedeutung in der westlichen Welt für einen Anfang in der etymologischen Betrachtung an.

Der für die Linie äquivalente Begriff im Englischen ist das Wort *the line* und im Französischen *la ligne*. Die Ähnlichkeit des Begriffs in den unterschiedlichen Sprachen ist, wie zu erwarten, auf eine herkunftsbedingte linguistische Verwandtschaft zurückzuführen, die sich mit einem Blick auf den lateinischen Wortursprung belegen lässt. Die Wortherkunft der drei Wörter *Linie*, *line*, *ligne* geht auf das Lateinische Wort *linea* zurück, das so viel bedeutet wie »Leine, Schnur, Faden, mit einer Schnur gezogene gerade Linie.«<sup>5</sup>

Neben der Wortverwandtschaft ist zu bemerken, dass sich über die sprachliche Wortherkunft hinaus auch kontextbezogene Ähnlichkeiten ergeben, und zwar solche, die auf einen gemeinsamen lebensweltlichen Ursprung schließen lassen. So wird sowohl im Englischen als auch im Französischen die Linie oft mit Begriffen der Ordnung wie Grenze, Abgrenzung, Gesetz, Zuordnung, Unterteilung und Regelwerk in Verbindung gebracht. Beispiele sind: Grenzlinie (borderline; limite), Fluchtlinie (alignement), gradlinig (straight; droit), linear (linear; linéaire), Buslinie (bus line; ligne de bus) und weitere.

Es folgen einige Beispiele aus dem Alltag in verschiedenen Sprachen.

*Im Deutschen:*

»Sie ist ein gradliniger Mensch.«, »Seine Linientreue wurde nie in Frage gestellt.«, »Die Grenzlinie zog sich mitten durch Berlin.«

*Im Englischen:*

»Because you're mine, I walk the line.« (Weil du zu mir gehörst, benehme ich mich/befolge ich die Regeln.) »The US-government is becoming

---

<sup>5</sup> »Linie«, in: Jörg Riecke (Hg.): Duden – das Herkunftswörterbuch. Etymologie der deutschen Sprache, Berlin: 2014, S. 523.

a hardliners club.« (Die US-Regierung wird zum Club der Hardliner.), »What is her/his line of business?« (Was macht sie/er beruflich?)

*Im Französischen:*

»Ces articles sont vendus en ligne.« (Diese Artikel werden online verkauft.), »Nous sommes en première ligne.« (Wir sind an vorderster Front.), »Vous avez dépassé la ligne.« (Ihr seid zu weit gegangen.)

Im Lateinischen setzt sich dieser Kontextbezug fort. Ebenso wie bei den vorherigen Begriffen finden sich Hinweise auf Verbindungen zu Zusammenhängen, in denen Zuweisung, Ordnung und Abgrenzung (im Sinne einer Endgültigkeit) im Fokus stehen. Dies ist unter anderem erkennbar im Kontext von Begriffen des Abmessens, der Linie als Lotschnur oder in besonderer Betonung einer geraden (geometrisch exakt) trennenden Linie.

Wie schon angedacht, lohnt es sich zur semantischen Konturierung des Begriffs, die Linie als Teil einer Gruppe aus Konzepten anzusehen, die sich gegenseitig bedingen bzw. aufeinander aufbauen. Dazu ein Blick auf die begrifflichen Äquivalente von *Punkt* und *Kurve* in den schon zuvor herangezogenen Sprachen: Für den Punkt haben wir im Englischen *the point* und im Französischen wortgleich *le point*. Wiederum ist eine Wortverwandtschaft offensichtlich und einmal mehr lassen sich Parallelen in lebensweltliche Kontexte herausziehen. Der Punkt wird ebenso wie die Linie in Verbindung gebracht mit Grenzen, Gesetzen und Bewertungssystemen oder, wie beim Bezug auf die Uhrzeit oder die Zeichensetzung besonders deutlich, mit Präzision (punktgenau, pünktlich, Punkt und Komma). Im Zusammenhang: »Wir haben einen toten Punkt in der Forschung erreicht.«, »Dieses Argument hat die These auf den Punkt gebracht.«, »Wir treffen uns um Punkt halb acht.«. Vergleicht man dieses semantische Umfeld mit jenen, die wir bei der Linie beobachten, also Grenzen, Gesetzen, Regeln, Struktur, so ist die Linie wortwörtlich die Weiterführung des Punktes.

Im Unterschied zum Punkt führt bei der ebenfalls mit der Linie verbundenen *Kurve* die Kontextbedeutung primär von dem Bereich der Grenzen und Gesetze weg. Es zeigt sich auch hierbei, dass in dem Zu-

sammenhang die Wortkontakte aufschlussreich sein können. So haben wir für die Kurve im Englischen *the curve* und im Französischen *le courbe*. Abstrakt oder rein geometrisch gesehen haben wir es bei der Kurve mit einer regelmäßig gekrümmten Linie zu tun. Die lebensweltlichen Kontexte, aus denen heraus das Konzept genommen ist, lassen auf eine Dynamisierung der dazugehörigen Weltanschauung schließen. Wo für Punkt und Linie lebensweltliche Grundierungen im Kontext von Ordnung und Gesetzmäßigkeit zu finden sind, ist die Kurve in Vorstellungen eingebettet, die mit Kontrollverlust und unvorhersehbarer Bewegung zu tun haben. Im Zusammenhang: »aus der Kurve fliegen«, »die Kurve kratzen«, »nochmal die Kurve bekommen«. Schauen wir die Begriffe Punkt, Kurve und Linie noch einmal in ihrer Position zueinander an, so haben wir auf der einen Seite den Punkt als kompletten Stillstand, verstanden als den toten Punkt der Bewegung, und auf der anderen Seite die Kurve, die sich durch Bewegung und Beschleunigung definiert. Die Linie kann in ihren etymologischen Ableitungen irgendwo dazwischen eingeordnet werden.

Was schon in diesem Zwischenschritt erkennbar wird, sind Hinweise auf einen direkten, lebensweltlichen Umgang mit der Linie. Während die Linie in unserem heutigen Verständnis fest verbunden ist mit der Mathematik, ob als Verbindung zwischen Koordinaten oder als Punkt, auf den eine Kraft ausgeübt wird (Vektor),<sup>6</sup> so ist die Linie in ihrem lateinischen Wortursprung direkt greifbar als Schnur aus Leinen, als Lotschnur, also als ein handwerkliches Werkzeug. Dieser lebensweltliche Bezug steht im Gegensatz zu der abstrakten Interaktion, die aktuell mit der – oft nur mathematisch gesehenen – Linie geführt wird. Der physische, lebensweltliche Umgang scheint im Laufe der Zeit – und wohl auch durch die Technisierung bedingt – verschwunden zu sein. Um die bisherigen Erkenntnisse noch weiter zu stützen, lohnt es sich, historisch und etymologisch weiter zurückzugehen.

Mit den Begriffen in der lateinischen Sprache ist die Suche nach der Bedeutung der Linie offensichtlich noch nicht am Ende. Den weitesten

---

<sup>6</sup> Max Bill: Punkt und Linie zu Fläche. Beitrag zur Analyse der malerischen Elemente, Zürich: 2016, S. 57.

Blick zurück bieten Übersetzungen ins Griechische. Damit eröffnet sich der Zugang zu den historischen, altgriechischen Schriften und die Möglichkeit, den ersten schriftlichen Einsatz des Linienbegriffs zu verorten und die dortige An- und Verwendung zu analysieren. Die Linie heißt im Griechischen *γραμμή* (grammi) und ordnet sich in die linguistische Verwandtschaft des Schreibens und der Schrift *γραμματοσειρά* (grammatoseirá) ein. Im Altgriechischen wird die Nähe noch deutlicher, da beide Worte in der Übersetzung auf dieselbe Wortgruppe zurückzuführen sind: *γράμμα//γραμμή//gramma//gramme//*

Wie auch bei den vorherigen Begriffen finden wir neben den zu erwartenden Bezügen zu Mathematik und Geometrie<sup>7</sup> auch die Spuren lebensweltlicher Interaktion. In den folgenden Zitaten wird die Wortgruppe *grammae* in ihrer Nutzung gezeigt, um unterschiedliche Kontexte hervorzuheben. Wieder sind es solche der Rechtsprechung, Grenzen und Erziehung. Gut erkennbar ist das unter anderem im 7. Buch der *Historien* von Herodot, in denen er die Schuldigkeit für ein Verbrechen einer Person zuweist, indem er die Person als Schuldigen beschreibt:

Dass Ephialtes wegen dieser Anschuldigungen floh, das wissen wir. (3) Freilich hätte auch Onetes, selbst wenn er nicht aus Malis war, diesen Pfad kennen können, wenn er dieses Gebiet oft besucht hätte. Aber es ist Ephialtes, der um den Berg auf diesen Pfad geführt hat, ihn schreibe (γράφω) (graphoo) ich als Schuldigen auf.<sup>8</sup>

Die Spur setzt sich fort, wenn Platon in der *Politeia* die Linie heranzieht, um Grenzen zwischen dem Sichtbaren und dem Erkennbaren zu verdeutlichen.<sup>9</sup> Auch in der *Hellenika* kann man wiederum eine enge Verbindung von Rechtsprechung und der Linie erkennen. Hier wird *grammae* (in der Form als etymologischer Ursprung der Linie) direkt im Kontext einer gerichtlichen Abstimmung verwendet:

7 Platon: *Menon*. Griechisch/deutsch, hg. von Margarita Kranz, Stuttgart: 2010, 82c.

8 Herodot: *Historien*. 7. Buch. Griechisch/Deutsch, hg. von Kai Brodersen, Ditzingen: 2016, 7.214.

9 Platon: *Der Staat. (Politeia)*, hg. von Karl Vretska, Stuttgart: 2015, 509d.

[34] Nachdem er dies gesagt hatte, stellte Euryptolemos den Antrag, gemäß dem Volksbeschluss des Kannonos über die Männer zu entscheiden, und zwar getrennt über jeden einzelnen. Auffassung des Rates aber war es, über alle in einer Abstimmung zu richten. Sobald darüber per Hand abgestimmt wurde, entschieden sie sich zuerst für den Antrag des Euryptolemos. Als aber Menekles unter Eid Einspruch einlegte und ein zweites Mal abgestimmt wurde, entschieden sie sich für den Antrag des Rates. Darauf wurden die acht Feldherren, die an der Seeschlacht teilgenommen hatten verurteilt [grammae].<sup>10</sup>

Aber am deutlichsten und wortwörtlich kann die Beziehung in Plato *Protagoras* gesehen werden. Hier vergleicht Platon das Erlernen der Schrift mit dem Erlernen der Gesetze:

Sobald sie sich aber von den Lehrern getrennt haben, zwingt sie die Stadt, die Gesetze kennenzulernen und nach ihnen zu leben wie nach einem Muster, damit sie nicht, auf sich selbst gestellt, aufs Geratewohl handeln; sondern einfach so, wie ein Schreiblehrer den Kindern, die noch nicht in der Lage sind zu schreiben, die Schriftzüge mit dem Stift vorschreiben, die Schreibtafel überreichen und sie zwingen, nach der Vorgabe der Schriftzüge zu schreiben [ton grammōn], so schreibt [hypograp̄sasa] auch die Stadt Gesetze vor, altehrwürdiger, tüchtiger Gesetzgeber Erfindungen, und zwingt, nach ihnen zu regieren und sich regieren zu lassen.<sup>11</sup>

Ob bei Platon oder bei Herodot, der Begriff der Linie lässt sich über grammē bis zu seinen Ursprüngen in den Bereichen der Rechtsprechung, der Geometrie und praktischer Lebensweltlichkeit herleiten. Im Überblick über die verschiedenen Stufen der Übersetzungen und Wortverwandtschaften wird erkennbar, dass die Linie in ihrer etymologischen Herkunft durch drei miteinander in Resonanz stehende Teile definiert wird:

---

<sup>10</sup> Xenophon: *Hellenika*, hg. von Wolfgang Will, Wiesbaden: 2016, 1.7.34.

<sup>11</sup> Platon: *Protagoras*. Griechisch/deutsch, hg. von Hans-Wolfgang Krautz, Stuttgart: 2004, 362d (1) – 362e (2).

Beim ersten Teil kann man in Bezug auf das Zitat von Platon zu Schrift und Gesetz sehen, dass die Linie in Verbindung steht mit Grenzen, sowohl in der Gesetzgebung als auch im nationalen Verständnis. Den zweiten Teil bildet die für die Arbeit besonders interessante Interaktion mit lebensweltlichen Ursprüngen, die ersichtlich wurde durch den Wortursprung von *linea* »leinene Schnur« oder mitschwingt bei *lineare* »nach dem Lot einrichten«.<sup>12</sup> Der dritte Teil ist der vermutlich bekannteste: die geometrisch definierte Linie als Vektor, als nichtmaterielle Verbindung zwischen zwei Punkten. Man kann zusammenfassen, dass die etymologische Betrachtung die Linie und den Umgang mit ihr in drei Teile aufgegliedert hat: einen mathematischen, einen gesetzgebenden und einen haptischen. Die begriffliche Dreiteilung hat praktische Ursprünge, die nachfolgend dargestellt werden.

## 2.1.2 Phänomenologische Archäologie

Mit der etymologischen Herleitung ist die erkenntnisbringende Top-Down-Analyse noch nicht abgeschlossen. Dort, wo die Etymologie an ihre Grenzen stößt, da es keine überlieferten Schriften gibt, lohnt es sich, durch eine Veränderung der Methodologie historisch noch tiefer vorzudringen, um weitere Ecksteine des Fundaments dieser Arbeit zutage zu bringen. Das Ziel dieses Kapitels ist es, den Punkt zu markieren, an dem die Linie aus der rein intuitiv lebensweltlichen Verwendung als unbewusstes Nutzobjekt ihren Übergang in die geistige Welt startet. Dabei ist zu vermerken, dass nicht von einem Sprung ausgegangen wird, sondern von der Aufspaltung bzw. der Entwicklung einer Dualität von sich gegenseitig bedingenden Begriffselementen, sozusagen den beiden Seiten einer Münze. Im vorangehenden Kapitel über die Etymologie der Linie ließ sich eine Tendenz zur Habitualisierung und einer damit einhergehenden Abstrahierung der Linie erkennen. Bedingt durch den Bereich der Habitualisierung ist es naheliegend, als Werkzeug für eine historische Vertiefung der Analyse eine Methode

---

12 Riecke (Hg.): 2014, S. 523.

auszuwählen, die ebendiesem Umstand mit ihrem Fokus Rechnung trägt.

Verwendet wird daher eine archäologische Methode, wie sie von Manfred Sommer in seiner Schrift über das Rechteck neu definiert wurde.<sup>13</sup> Im Gegensatz zur empirischen Archäologie bedient sich Sommer hier einer gestalttheoretischen und phänomenologisch geprägten Archäologie, die er *Phänomenologische Archäologie* nennt. Somit stützt sich seine Analyse auf die Auswertung von phänomenologischen Mustern und die Verknüpfung wiederkehrender Hinweise. Diese Form der Kombination von archäologischem Vorgehen auf phänomenologischen Spuren ist eine Eigenkreation Sommers, die auf der Grundlage einer archäologischen Spurensuche durch die Habitualisierungen basiert:

Ich untersuche, wie in den archäologisch fassbaren Formationen sich elementare Muster ausbilden und wandeln, sich konsolidieren und zu lebensweltlichen Selbstverständlichkeiten sedimentieren. Eine Untersuchung dieser Art könnte man als gestaltgenetische Archäologie bezeichnen.<sup>14</sup>

Angelehnt an Husserls (transzentaler) und Merleau-Pontys (leiblicher) Sinngenese<sup>15</sup> nutzt er diesen Ausgangspunkt, um seine eigene Interpretation einer *Phänomenologischen Archäologie* zu verfolgen. Dabei geht es ihm darum, mithilfe der Archäologie die zu betrachtenden Lebenswelten zu rekonstruieren und die gestaltgenetische Sichtweise der Phänomenologie zu nutzen, um die Urformen der heutigen Lebenswelten herauszulesen.<sup>16</sup>

Auch wenn Sommer in seinen Schriften stark pragmatisch vorgeht<sup>17</sup> und die Meinung entstehen kann, dass er mit seinem gesetzten Fokus

13 Manfred Sommer: Von der Bildfläche. Eine Archäologie der Lineatur, Berlin: 2016.

14 M. Sommer, 2016, S. 61.

15 Bernhard Waldenfels: »Arbeit am Rechteck«. [Buchbesprechung über Manfred Sommer »Von der Bildfläche«], in: Philosophische Rundschau, 64, 2017, S. 5-17, hier S. 5.

16 M. Sommer, 2016, S. 63.

17 B. Waldenfels, 2017, S. 5.

das Gesamtbild zu sehr einschränke, sind seine Arbeiten gewinnbringend für die vorliegende Analyse, da er insbesondere bei der Genese der Bildlinie und Bildfläche, im Vergleich zu anderen zeitgenössischen Bildtheorien, präzise vorgeht und im gewünschten Fokus klare Antworten liefert.<sup>18</sup> Er forscht mit dieser Methodik ausführlich nach den Ursprüngen der rechteckigen Flächen, die uns omnipräsent umgeben, jedoch, und dies lohnt sich in seiner Signifikanz deutlicher hervorzuheben, kein Vorbild in der Natur haben. »Ist es nicht höchst sonderbar, dass eine so verbreitete Form uns nirgendwo in der Natur zu Gesicht kommt?«<sup>19</sup>

Indem die Ursprünge der rechteckigen Fläche erforscht werden, wird am Rande der rechteckigen Fläche die Ausgangsbasis der Linie mitentwickelt. Dies wird noch einmal über den Untertitel des betreffenden Buches *Archäologie der Lineatur* hervorgehoben und bestätigt. Nicht zuletzt bietet sich diese Form der Phänomenologie für die vorliegende Arbeit an, da sie sich durch die Verbindung von der auf Husserl aufbauenden Ontologie und einer grundlegenden Phänomenotechnik technologienah verorten lässt.<sup>20</sup> Diese Verortung setzt sie wiederum nah an die aktuelle Platzierung des Designs.

Sommers Analyse geht weit zurück in der Menschheitsgeschichte und datiert die Anfänge der quadratischen Fläche im Neolithikum.<sup>21</sup> Das Neolithikum, also die Frühsteinzeit, markiert den Übergang von der Jäger- und Sammlerkultur zu einer Kultur sesshafter Bauern mit domestiziertem Vieh und kultivierten Pflanzen. Diese Kulturform wird ab 11.500 v. Chr. für den Bereich von Mittel- und Westeuropa als vorherrschend angenommen. Genau um diesen Prozess der Sesshaftwerdung des Menschen geht es Sommer. Nach ihm wird die quadratische Fläche, und auch die Linie, benötigt, um die angesprochene Wandlung zu vollziehen. Während nach Sommer die Linie den Menschen bereits in

---

18 B. Waldenfels, 2017, S. 12.

19 M. Sommer: 2016, S. 9.

20 B. Waldenfels: 2017, S. 12.

21 M. Sommer, 2016, S. 124.

der Altsteinzeit bekannt war, waren die quadratische Fläche und das Rechteck noch nicht präsent.<sup>22</sup>

Es ist davon auszugehen, dass, Sommers Herleitung folgend, eine explizit *gedachte* Linie, und damit die Linie, die in dieser Arbeit behandelt werden soll, zusammen mit einem *absichtlich* gestalteten Rechteck bzw. als definierender Faktor des Rechtecks ins Bewusstsein der Menschen trat. Sofern für ein gestaltetes Rechteck, eine gedachte Linie eine der grundlegenden Voraussetzungen ist.

Wie ist also die Entstehung der Linie zu verorten? Sommer vertritt die These, dass die Entstehung des Rechtecks auf die Entstehung der ersten durch den Pflug (bedingt gerade Furchen) gezogenen Felder zurückzuführen ist:

Erst mit und nach dem Übergang von der Altsteinzeit zur Jungsteinzeit, zum Neolithikum, werden die ersten Felder urbar gemacht, die ersten Häuser errichtet und die ersten Stoffe gewebt.<sup>23</sup>

Der Mensch fängt somit an, aktiv in die Natur einzugreifen, sie zugänglich zu machen, anstatt sich mit dem Gegebenen zufrieden zu geben. Er bestimmt, was wachsen soll und was nicht. Mit dem Anbau gibt der Anbauende (der im Entstehen begriffene Bauer) also der Natur erste Grenzen vor, denn er nötigt die Erde, seinen Wünschen zu folgen, ›hier genau das wachsen zu lassen, was er will.‹<sup>24</sup> Mit der Definition des Abstands zwischen den gesäten oder angebauten Pflanzen gibt der Bauer Regeln vor. Der Abstand, die Linie zwischen den Pflanzen, ist ein ›Gesetztes‹ für das, was dort wachsen soll und was nicht. Die Linie entsteht in dem Augenblick, wo eine praktisch angewandte Geometrie ihren Anfang nimmt. Nach Sommer geschieht dies, indem der Bauer die Samen der Pflanzen in immer gleichem (abgemessenem) Abstand in den Boden gibt. Mit genau diesem Abstand kann nach Sommer von dem ersten Bruchstück dessen gesprochen werden, was später Erdvermessung (lat.

---

22 M. Sommer, 2016, S. 108.

23 M. Sommer, 2016, S. 61.

24 M. Sommer, 2016, S. 130.

eben Geometrie) heißen wird. Alles hängt dabei am gedachten Abstand zwischen zwei Punkten, also an der Linie. Es beginnt damit:

[...] dass er [der Bauer]<sup>25</sup> mit der Anerkennung des Anspruchs der Pflanzen auf gleichen Abstand von ihresgleichen ein erstes Stück Geometrie >begründet<; vielleicht sogar historisch und systematisch das erste Stück, wenn es denn stimmen sollte, dass schon für die Euklidische Geometrie der bloße Abstand zwischen zwei Punkten als Grundlage ausreichend sei.<sup>26</sup>

Für die quadratische Fläche ist noch ein weiterer Schritt nötig: Neben dem Abstand der Pflanzen zueinander ist der zweite Punkt, der zur Quadratur des Kreises führt, die technische Erfindung des Pfluges. Die Schaffung der Urform des ersten Pfluges, des Ritzstocks, erfährt durch seine Optimierung und Weiterentwicklung einen »technischen Zwang zur Gradlinigkeit.«<sup>27</sup> Dies ist bedingt durch die neuen Möglichkeiten der Produktion und die damit einhergehenden Gerätschaften. Jene Wandlung hat weitreichende Folgen, denn damit wird die Neolithische Revolution, wie sie Sommer nennt, erst abgeschlossen, und das heißt: die Revolution hin zur Geradlinigkeit und Rechtwinkligkeit.<sup>28</sup>

Wenn wir zurückblicken, können wir sehen, dass sich diese Entwicklung gut erkennbar bis heute fortgesetzt hat – besonders mit dem Blick auf die Industrialisierung und die sie prägenden Produktionsstraßen, wie zum Beispiel die von Henry Ford entwickelte Fließbandfertigung. Es ist zu beachten, dass bei der Urbarmachung und Bearbeitung von quadratischen Feldern durchaus schon von mathematischen Handlungen des Menschen gesprochen werden kann. Die Anwendung bzw. Entwicklung von ersten Teilen der Geometrie trägt jedoch zuallererst zum Entstehen der Mathematik bei:

Deshalb bedeutet die agrarische oder architektonische Bildung rechtwinkriger Flächen mehr als bloß angewandte Geometrie. Das Stiftungs-

---

<sup>25</sup> Anm. d. Verf.

<sup>26</sup> M. Sommer, 2016, S. 131.

<sup>27</sup> M. Sommer, 2016, S. 149.

<sup>28</sup> M. Sommer, 2016, S. 131.

ereignis einer Mathematisierung der Natur ist nicht selbst schon mathematisch.<sup>29</sup>

So wird deutlich, dass die Linie, jedenfalls die geometrische Linie, in Wechselwirkung steht mit der Sesshaftwerdung des Menschen, indem sie aus dem neu entstandenen Ackerbau heraus geboren wurde. Daraus können wir schließen, dass sich das Verhältnis von Furche und Acker auf das Verhältnis von Strich und Bildfläche übertragen lässt. In beiden Fällen bedingt nicht die Fläche die Linie, sondern andersherum: »Der Strich zeichnet sich nicht in eine fertige Bildfläche ein, er lässt sie entstehen.«<sup>30</sup> Die Ursprünge der Linie sind damit in der Lebenswelt verankert.

Mit der Untersuchung der Furche ergibt sich weiter eine Möglichkeit, die in der etymologischen Herleitung angenommene These zu untermauern, dass die Linie und die Schrift durch einen gemeinsamen Ursprung verbunden sind. Dazu gibt die methodische Kombination von phänomenologischer Archäologie und Etymologie jedenfalls einen Anlass, wenn der Begriff der Furche betrachtet wird:

Das Wort *sulcus*, Furche, leitet sich ab von *sulcare*, also ziehen [...]. Mir ist an dem *sulcus* gelegen, weil *sulcare* im späteren Latein auch *schreiben* bedeutet und auf die Beziehung zwischen Feldbestellung und Schreibtätigkeit verweist.<sup>31</sup>

Schon im etymologischen Teil dieser Arbeit war der Begriff der Linie zurückzuverfolgen zum Verb *graphein*, auf Griechisch: aufritzen. Im gerade besprochenen Kapitel taucht der Begriff erneut auf. Sommer verwendet ihn, um von der Furchenziehung auf dem Feld eine Verbindung zum Begriff der Orthographie herzuleiten. »Wenn man bedenkt, daß im Griechischen *orthos* ›gerade‹ bedeutet und *graphein* ›aufritzen‹, so könnte man den Urpflug geradezu ›orthographisch‹ nennen.«<sup>32</sup> Damit ist die Linie auch begrifflich fest mit der Schrift verbunden.

29 B. Waldenfels, 2017, S. 9.

30 B. Waldenfels, 2017, S. 12.

31 M. Sommer, 2016, S. 134.

32 M. Sommer, 2016, S. 149.

Aus der Perspektive der Gestaltung ist es nur ein kleiner Sprung von der Linienziehung auf dem Feld oder dem Papier bis hin zur Schrift als auch zu den Abständen zwischen den Buchstaben, die sich wie die Abstände zwischen den Pflanzen auf dem Feld quasi metaphorisch verstehen lassen – als eine geistige Verbindungsline zwischen Lebenswelt und geistiger Welt. Bernhard Waldenfels fasst dies in seiner Besprechung von Sommers Text treffend zusammen:

Von der Gestaltfindung her ist es nur ein kleiner Schritt von den Furchen des bäuerlichen Pflugs zur Strichführung des malerischen Pinsels auf der Leinwand und zum Weg von der Buchrolle zum Buchband, zur interkulturell variierenden Zeilenanordnung sowie zu den Zeilenabständen und Zeilenbrüchen im Schriftbild.<sup>33</sup>

Auch an anderer Stelle lassen sich die Argumente noch weiter zuspitzen. So können wir Sommers Aussage, dass die Urbarmachung des Feldes zu einer, nach Husserls Phänomenologie benannten *Urstiftung* des Rechtecks geführt hat, auch direkt auf die Linie übertragen. Damit geschieht sowohl für das Rechteck als auch für die Linie etwas, das einen weiteren Baustein der vorliegenden Arbeit bildet: »Es entsteht etwas, das es vorher nicht gegeben hat und das fortan so gebraucht wird, als stelle es eine immer schon gültige Idealgestalt dar.«<sup>34</sup>

Die vorangehende Betrachtung untermauert die aufgestellten Thesen. So können wir durch die aufgeführte Entstehungsgeschichte der quadratischen Fläche die Linie in ihren Ursprüngen in der Lebenswelt verorten. Wie gerade beschrieben, hat die Linie bei ihrer Entstehung über die Habitualisierung einen Weg in die Richtung der Abstraktion eingeschlagen und ist somit nicht mehr nur lebensweltlich verortet, sondern besteht auch schon jenseits derselben, also im Geistigen, im Idealen. Die entstandene, sich gegenseitig bedingende Dualität der lebensweltlichen Verortung und der Abstraktion wird sich durch die folgenden Kapitel ziehen.

---

33 B. Waldenfels, 2017, S. 12.

34 M. Sommer, 2016, S. 170.

Die Einbettung des Linienkonzeptes in lebensweltliche Anwendungen kann von diesem Punkt ausgehend durch die Geistes- und Zivilisationsgeschichte des Abendlandes weiter verfolgt werden. In diesem Zusammenhang gibt es vieles konzeptionell aufzuarbeiten. Dies wird in den Kapiteln zur Frühen Neuzeit unternommen. Schwerpunkt wird dabei das Konzept des *Disegno* sein.

Schon in der etymologischen Herleitung zeigt sich eine Grundausrichtung, die sich bis zum Ende der Arbeit, bis zur Linie im virtuellen Raum, durchziehen wird. Die Arbeit hat ihren Zielpunkt in der These, dass die Linie im Laufe ihrer modernen Vereinnahmung technischer und abstrakter gefasst wird. Insofern folgt die Arbeit der Grundausrichtung einer Kulturkritik, die im 20. Jahrhundert mit Husserl und Heidegger (und vielen anderen mehr) beunruhigt ist über eine zunehmende Weltfremde in Sachen Linienführung: Gemeint ist eben eine Linientreue des Denkens im Technischen und Planerischen. Jede geistige Linie findet sich so gesehen als Auszug eines technischen Flussschemas wieder.

Am Ende dieser Kulturniedergangsklage steht eine Pointe. Sie besteht in dem Umstand, dass die Entwicklung der Linie zum Grundmuster abstrakter, technischer Schemata keineswegs unumkehrbar ist. Im Ausblick auf die neuen Darstellungsverfahren von CAD und 3D-Druck staunen wir vielmehr über einen Re-Import alter haptischer, lebensweltlicher und auch (ästhetisch) normativer Qualitäten der Linie. Den Gedanken weitergeführt, möchte man behaupten, dass auch schon die moderne Vereinnahmung der Linie im *Disegno*-Konzept nie ohne die ursprünglichen Reminiszenzen auskam.

Ein kurzer, dem nächsten Kapitel vorausgreifender, Blick auf die Entwicklung des *Disegno*-Begriffs kann dies veranschaulichen. Ähnlich wie die Linie ist das *Disegno* schon in seinen Anfängen von einer Pluralität von Herkünften geprägt. Neben dem rein geistigen Erbe, das in modernen Diskursen den Hauptteil ausmacht, ist ein weiterer

Faktor ein dadurch vermittelter Naturbezug.<sup>35</sup> Wolfgang Kemp fasst die Charakteristiken des Disegno auf Basis von Benvenuto Celinis Texten folgendermaßen zusammen:

1. Die parallele Konzeption von Natur und Kunst. [...] 2. Die Unterscheidung des Disegno in einen imaginativen und einen praktischen Zweig. [...] 3. Die Aufzählung von vier Künsten des Disegno, Architektur, Malerei, Plastik und Goldschmiedekunst.<sup>36</sup>

Direkt in Bezug auf den zweiten Punkt wird die These untermauert, dass das Disegno sowohl aus einem geistigen als auch einem haptischen/physischen Teil besteht. Die Parallele zu den etymologischen Konturen der Linie wird an verschiedenen Punkten weiter forciert. Um abschließend zu dem Lebensweltlichen der Linie zurückzukommen, ist danach zu fragen, wie die Linie letztendlich mit der Natur verbunden ist. Kemp versteht unter der »scienza delle linee« (dem Disegno) eine *regelgerechte* Wiedergabe der Natur. Folgt man kurz der Annahme, dass alles Natürliche mittlerweile vom Menschen mit- und umdefiniert wurde, besteht die entscheidende Frage darin: Wie stellt es das Design an, seine Formen und Funktionen *regelgerecht* aus unserem natürlichen Lebensumfeld abzuleiten oder herauszuarbeiten? Versteht man dies so gleich als die Gretchenfrage moderner Gestaltung überhaupt, muss die Extraktion der Linie aus Natur und Lebenswelt als elementares Werkzeug und ein Hauptelement des Disegno angesehen werden. Damit können auch Rückschlüsse vom Wesen des Disegno auf das Wesen der Linie und umgekehrt gezogen werden – beide müssen sich gegenseitig bedingen.

Zugespitzt formuliert, waren die eben herausgestellten Urbedeutungen der Linie (Erkennen und Ableitung der natürlichen Welt) nicht nur immer präsent – so sehr sie auch im Geiste eines rationalistischen Konstruktivismus und später einer Logifizierung und Technisierung

---

35 Wolfgang Kemp: »Disegno. Beiträge zur Geschichte des Begriffs zwischen 1547 und 1607«, in: Marburger Jahrbuch für Kunstwissenschaft., 1974, S. 219–240, S. 225.

36 W. Kemp, 1974, S. 222.

überdeckt wurden; sie waren darüber hinaus auch noch zielführend, zumindest hintergründig und untergründig. Es kann heute so scheinen, dass die Ursprungsbedeutungen der Linienkonzeption zumindest die Ansprüche vorgaben, die vielleicht ein künstlerischer – sicher aber ein gestalterischer – Gebrauch nie aus den Augen verlieren durfte, und dass sie letztendlich auch noch treibende Kraft waren, die Linie zum Grundbestandteil unserer Dingkonzeption zu machen. Mit dieser These wird die weitere Untersuchung eingeleitet.

## 2.2 Die Linie im Disegno

»Die Linie ist bis in die Gegenwart das unerschöpflichste und subtilste, das dauerhafteste und zugleich wandelbarste Instrument jenes ästhetischen Gebildes, das wir ›Zeichnung‹ nennen.«<sup>37</sup>

In den vorangegangenen Kapiteln ging es darum, eine Herkunfts geschichte zu erzählen: Wie entwickelte sich die abstrakte Vorstellung der Linie aus konkreten Zusammenhängen? Die Zusammenhänge, um die es ging, waren lebensweltliche, solche der menschlichen Praxis. Linienführungen waren eingebettet in naheliegende Kontexte, wie die Landvermessung und das praktische Bauen, anspruchsvoller formuliert, und schon auf dem Wege der Verwissenschaftlichung und Professionalisierung der Künste, konkret: der Geometrie und der vorausplanenden Architektur.<sup>38</sup> Aber auch Hintergründe, die im Alltagsverständnis womöglich ferner liegen, konnten herangezogen werden. So schien die Linie als Grenze auch konstitutiv für die Grundlagen eines

- 
- 37 Michael Semff (Hg.): *Die Gegenwart der Linie. Eine Auswahl neuerer Erwerbungen des 20. und 21. Jahrhunderts der Staatlichen Graphischen Sammlung München; [Ausstellungskatalog, Pinakothek der Moderne]*, München: Staatliche Graphische Sammlung 2009, S. 9.
- 38 Edmund Husserl: *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendentale Phänomenologie. Eine Einleitung in die phänomenologische Philosophie*, hg. von Elisabeth Ströker, Hamburg: 2012, S. 52–53.

modernen Rechtsverständnisses. Die Grenze zwischen einer metaphorischen Inanspruchnahme von Linien, die nicht überschritten werden dürfen – man würde heute zuspitzend sagen: roten Linien –, und einer regelrechten Identifizierung von Rechtsnorm und Moralmaxime mit der Linie dürfte selbst fließend sein. Man denke etwa an die Wort- und Konzeptverwandtschaft von *regula* = Regel und *regulae* = Lineal. Erst recht wird, vorausgreifend, die Linie zu einer Unterscheidung, die den Unterschied macht,<sup>39</sup> frei nach Niklas Luhmanns Systemtheorie, wenn man ihre konstitutive Rolle im Kontext von Schrift und Sprache betrachtet. Die Linie ist klassisch gesehen das, was wir heute mit dem Unterschied von 0 und 1 im Kosmos des Digitalen leicht einsehen. Sie schafft die Voraussetzung dafür, dass überhaupt etwas bedeutsam sein kann. Die Linie trennt ein Innen und Außen, und – nochmals mit Luhmann gesprochen – ist in ihr die theoretische Membran zu veranschlagen, die allererst den Grenzverkehr von Sinn und Unsinn möglich macht. Schrift und *gramme* verhalten sich wie Programm und Quellcode. Wir wissen, dass aus den Quellcodes immer viel mehr abzuleiten und auszuarbeiten ist als das, was in jeder konkreten Anwendung verfügbar ist.

Und nochmals wiederholt: Das Ziehen der Linie ist wie das Werden eines ersten Unterschiedes, wo zuvor nur bedeutungslose Punkte vorlagen. Wo vorher nichts war, ist jetzt etwas, der Linie sei Dank, die eben überhaupt erst eine Form unterscheidbar macht.

Anspruchsvoller wird das Konzept der Linie, wenn es zur komplexeren Form der Zeichnung übergeht; und wie dieser Übergang zu denken ist, wird ausführlich diskutiert in der Debatte um das *Disegno*, wie sie seit der Renaissance in Italien bis heute geführt wird. Mit dem *Disegno* erfährt die Linie in der Zeichnung die nötige Komplexität als grundlegendes Kommunikationswerkzeug.

In dem zweiten Teil der Liniendefinition wird die Linie im Kontext der Zeichnung betrachtet. Dies ist nötig, da sich der Zugang zur Linie in der virtuellen Welt über die visuellen Darstellungsmedien erschließt, die ihren Ursprung in der Zeichnung haben.

---

39 Siehe dazu auch Kapitel 4.1.

Wenn man so will, bezeichnet Disegno auch schon einen Gewinn gegenüber einer bloßen Zeichnung; einen Gewinn, der ins Spiel kommt genau dadurch, dass über das Vorliegen reiner Linien und Punkte hinaus der ganzen Anlage ein tieferer Sinn innewohnen soll.

Mit dem Disegno-Konzept ist spätestens auch der Punkt gekommen, an dem der lebensweltlichen Bottom-Up-Herleitung, wie sie in Kapitel »Etymologische Herleitung der Linie« untersucht wurde, eine ergänzende Top-Down-Erläuterung zur Seite gestellt wird. Denn es ist im abendländischen Kontext klar, dass die Linie nur bedeutungsvoll werden konnte, wenn sie nicht nur als eine Abstraktion von landläufigen Praktiken erscheinen konnte, sondern später vielleicht auch als ihre (irgendwie) autonom gewordene Verwissenschaftlichung. Hinzukommen musste auch eine Ableitung von höheren Sphären.

Das Disegno-Konzept ist insofern relevant, als es Teil einer langen und langwierigen Ablösung vom christlichen Schöpfungsgedanken des Mittelalters ist. Disegno markiert so gesehen die Wasserscheide, die alles Kunstvolle und Künstlerische entweder auf einen überlegenen Weltschöpfer zurückführt, dem mittelalterlichen Gott, oder eben, neuzeitlicher, einem autonom – das heißt zuletzt aus sich selbst heraus – schöpfenden Künstlerindividuum. Langwierig ist der Prozess insoweit, als auch die neue Zuordnung mit Blick auf menschliche Autonomie immer noch in den Kategorien althergebrachter Metaphysik denkt. Der Neuplatonismus erscheint in dem Zusammenhang als ein brauchbares Bindeglied, insofern in ihm immer noch ein (heidnischer) Anteil an menschlicher Selbstermächtigung verborgen mitgedacht ist, zugleich aber die übliche Rhetorik einer von oben herabsteigenden Inspiration auch noch souverän bedient wird. Das Disegno-Konzept wird in seinem historischen Nachvollzug nun nichts anderes tun, als die alten Reste der christlich-neuplatonischen Metaphysik zu tilgen. In Wahrheit ist das ein Prozess, der über Jahrhunderte hinweg verfolgt werden kann und bis zum heutigen Tage noch nicht als vollständig abgeschlossen anzusehen ist. Vor allem dann nicht, wenn sich in Form von Genieästhetik hartnäckig die Vorstellung hält, und sei es nur beim breiten Publikum, dass gute Einfälle sich nicht im Zuge angestrengter Arbeit

hervortun, sondern dem Begünstigten von irgendeinem Ideenhimmel in den Schoß fallen.

Die Linie musste als eine Form der Sichtbarwerdung von (ansonsten) unsichtbar Ideellem erscheinen:

Zeichnen im weitesten Sinne ließe sich demnach als indirekte Vergegenwärtigung von etwas Abwesendem, seien es Ideen, Wahrnehmungen oder Empfindungen, auf einer frei gewählten Projektionsfläche definieren.<sup>40</sup>

Die Metaphorik des platonischen *horismos* legt das nahe, wenn der Ausdruck zur stehenden Wendung von *Definition* wird. Horismos meint dann die Umrisse von etwas, die eben wie eine Zeichnung das Wesentliche eines Dinges umreißen. Mit Platon und Aristoteles gesprochen: ihr Wesen (griech. *eidos*). Im lateinischen *definitio* bleibt die Metaphorik intakt, insofern es um eine Grenzziehung (*finis*) geht von dem, was etwas ist, im Vergleich zu dem, was es nicht mehr ist. Die Linie wie die sprachliche Definition ist eine erste und entscheidende Form von Verendlichung idealer, immer seiender Wesensvorstellung, die Platon als *Ideen* und Aristoteles *eide, reine Formen* benennt. Linien sind damit Erdung von metaphysisch Fernem und dabei grundsätzlich Feststehendem. Und für alle antiken Autoren, die sich dem griechischen Erbe verpflichtet fühlen, bis hinein in die christliche Patristik, bleibt das Ableitungsverhältnis intakt, das in zwei Richtungen auszudenken ist:

Einmal, in der Top-Down-Bewegung der ›Auszeichnung‹ von Konzepten, kommt es zwangsläufig zu Verlusten, denn schon die zeichnerische und sprachliche Verendlichung des Gedankens schafft Ungereimtheiten und Ungenauigkeiten. Platons Schriftkritik geht darauf in voller Länge bereits ein (wie im Dialog *Phaidros*), ebenso wie seine Kritik an den Künstlern und Dichtern (vgl. 10. Buch *Politeia*). Zugespitzt wird jene Verlustvorstellung im sogenannten Neuplatonismus, in dem der Abstand von dem Einen, das Allem zugrunde liegt, zur Welt und seinen li-

---

40 Robert Kudielka: Aus, gezeichnet, zeichnen. Eine Ausstellung der Sektion Bildende Kunst ; [Ausstellung, Akademie der Künste], Berlin: 2009, S. 8.

nearen Erscheinungsformen, noch größer und beinahe unüberwindlich erscheinen muss.

Der Top-Down-Verlustrechnung steht aber andererseits auch eine theoretisch aufblickende Gewinnerwartung gegenüber. So erscheint der Blick in den Ideenhimmel auch wiederum positiv inspiriert von der Einsicht, dass es mit allem Wissenswerten noch weitergehen kann und keine Mühe des Gelehrten so leicht zu einem Ende kommen soll. Platon exerziert diese Einsicht in vielen seiner Dialoge durch, indem er immer wieder von neuem die *»ti pote estin«*-Frage stellt, was denn etwas eigentlich und in seinem letzten Wesen ist. Und die Pointe der Wahrheitssuche besteht eben darin, dass immer eine Kluft zu bleiben scheint zwischen jeder noch so anspruchsvollen Definition eines Dings und dem Ding an sich, so wie auch jede noch so lebensnahe Darstellung eines Dinges, wie es ein Maler liefern kann, doch nur eine raffinierte Form menschlicher Illusion sein kann. Die Wahrheit einer Sache bleibt ein Zielpunkt in der Diskussion wie in der Kunst, der zwar orientierend wirkt, aber selbst nicht in Worte oder Bilder (sowie Eindrücke jeglicher sinnlichen Art) zu fassen ist.

Nochmals übersteigert der Neuplatonismus jene Einsicht, indem aus dem nie einholbaren Zielpunkt menschlichen Zugriffs (gedanklich oder bildlich) ein Prinzip wird. Spätestens mit dem antiken Philosophen Plotin steht fest, dass das *»Eine«* als Urgrund allen Seins und Denkens so überweltlich und transzendent gedacht werden muss, dass nun von ihm ausgehend (also nicht mehr vom menschlichen Gegenstreben konzipiert) alle Sinnbildung in der Welt veranschlagt werden muss. Neuplatonisch haben wir es endgültig mit einem einzigen und durchgehenden Top-Down-Geschehen zu tun, in dem sich der Welt ein Sinn mitteilt. Die gegenläufige Bewegung einer menschlichen Erkenntnis-suche wird dann als ein Einschwingen in die kosmische Sinnstiftung verstanden, ein Nachvollzug der *»logoi spermatikoi«*, der seminalen Konzepte, aus denen heraus alles Werdende unter dem Mond überhaupt nur erkennbar und nachvollziehbar erscheint. Was ursprünglich einmal eine Erkenntnisbewegung – und eine Hilfestellung in der Art und Weise, sich der Wahrheit methodisch und dialogisch zu nähern – war, wird so zum Weltentstehungs- und Weltvergehensgeschehen.

Zuvor noch eine kurze Tilgung metaphysischer Reste: Das Programm lässt sich wiederum auf eine einfache (metaphorische) Grundgleichung bringen: Was von den Renaissance-Autoren noch als eine Top-Down-Inspirationsbewegung angedacht war, erweist sich zunehmend als eine heuristische Herangehensweise, die sich mit der Zeit entwickelt und zuletzt als nachvollziehbarer Designprozess verstehen lässt. Aus der vertikalen Ausrichtung auf Höheres und künstlerisch Eminentes wird so eine horizontale Bewegung fortgesetzter Suche nach der besten Form und der besten Funktion.

Ein Schwanken zwischen den genannten Ausrichtungen – und damit eine grundsätzliche Zweideutigkeit in der Konzeption – findet sich bereits bei Giorgio Vasari:

*Disegno* ist der Vater unserer drei Künste Architektur, Bildhauerei und Malerei, der aus dem Geist hervorgeht und aus vielen Dingen ein Allgemeinurteil [giudizio universale] schöpft, gleich einer Form [forma] oder Idee [idea] aller Dinge der Natur, die in ihren Maßen einzigartig ist. So kommt es, daß *disegno* nicht nur in menschlichen und tierischen Körpern, sondern auch in Pflanzen, Gebäuden, Skulpturen und Gemälden das Maßverhältnis des Ganzen zu den Teilen, der Teile zueinander und der Teile zum Ganzen erkennt. Und da aus dieser Erkenntnis eine gewisse Vorstellung und ein Urteil [giudizio] entsteht, das im Geist die später von Hand gestaltete und dann Zeichnung [disegno] genannte Sache formt, so darf man schließen, daß *disegno* nichts anderes sei als eine anschauliche Gestaltung und Darlegung jener Vorstellung [concreto], die man im Sinn hat, von der man sich im Geist [mente] ein Bild [imaginatio] macht und sie in der Idee [idea] hervorbringt.<sup>41</sup>

Giorgio Vasaris Zitat aus seinem Werk *Vite de' più eccellenti pittori, scultori e architettori* bringt den Fokus der Diskussion, und den Kern der zuvor aufgezeigten Zweideutigkeit, deutlich zum Ausdruck. Der Disegno, und

---

41 Giorgio Vasari: Einführung in die Künste der Architektur, Bildhauerei und Malerei, hg. von Alessandro Nova, Berlin: 2006, S. 98. (Hervorhebungen in der Vorlage)

die bis heute darüber geführten Debatten, sind der Brennpunkt zwischen der Bottom-Up- und der Top-Down-Bewegung, in der die Linie im Design zu verorten ist. Das Zitat steht noch am Anfang der Ablösung von der angesprochenen christlich-neuplatonischen Metaphysik. Jedoch kann eine detailliertere Betrachtung zeigen, dass darin Thesen anklingen, welche die Diskussion bis heute prägen.

Weil es zu den Grundlagen des *Disegno* gehört, ist zuerst die hierarchische Rolle zu bemerken, die das *Disegno* als »Vater« der zentralen Künste der Renaissance einnimmt. Was nun diese zentralen Künste sind, darüber herrscht Uneinigkeit. Während Vasari drei benennt (Architektur, Bildhauerei und Malerei), werden bei anderen Schriften des *Disegno* auch vier Künste benannt, oder die Reihenfolge und Aufteilung geändert.<sup>42</sup>

Für die vorliegende Fragestellung wichtiger ist die Einigkeit, die darüber herrscht, dass das *Disegno* metaphorisch gesprochen über diesen Künsten und ihren Prozessen steht. Es ist in solcher Hierarchie eine Lösung von rein handwerklichen und alltäglichen Lebenswelten und ihren Werken, demgegenüber dem *Disegno* durch die zugewiesene Vaterrolle noch eine metaphysische Form von Überlegenheit anhaftet. Aber wie schon zuvor angedacht, schwankt das *Disegno* zwischen den beiden Ausrichtungen, und somit ist das Konzept auch nicht nur Teil der geistigen Welt, sondern befindet sich in einem bisher noch zu definierenden Zwischenraum. Dieser Umstand klingt in einer gewissen Unklarheit in der von Vasari formulierten Konzeption des *Disegno* an. Dabei ist dies nicht auf ein Verschulden Vasaris zurückzuführen, sondern kann als Indiz dafür gesehen werden, dass ihm die hybride Bedeutung der Definition bewusst war. Nicht zuletzt ist die bis heute anhaltende Aktualität der

---

42 Vgl. Kemp: *Disegno*, S. 222.

Es handelt sich hier um eine Spezialdebatte, die mit der Hierarchie von Wissenschaft und den freien und mechanischen Künsten zu tun hat, wie sie aus dem Mittelalter hervorgeht und in der Neuzeit – über Kants Streit der Fakultäten und Diltheys Trennung von Geistes- und Naturwissenschaften im 19. Jahrhundert bis zur heutigen Debatte über die Beziehung etwa von Lebens- und Geisteswissenschaften reicht.

Debatte auch und immer noch seinen Schriften zu verdanken. Es handelt sich um die Diskussion, die sich um den Kern des Disegno dreht, und die von Florian Arnold in *Die Logik des Entwerfens* klar auf den Punkt gebracht wird: Ist der Disegno die Zeichnung eines Konzeptes oder das Konzept einer Zeichnung? – Oder womöglich gar beides?<sup>43</sup>

Arnold schlägt mit dieser Zuspitzung für das Disegno eine Lesart vor, in deren Nachvollzug, wie auch zuvor bei Sommer, die Linie und die für sie wichtigen Fragen mitverhandelt wird. Denn genau so, wie die Ambivalenz der verhandelten Frage nach dem Standpunkt und Stellenwert des Entwurfs sich im Begriff des Disegno zuspitzt, fokussiert sich auch, in einer noch grundsätzlicheren Betrachtung, das heißt dann im Disegno selbst, die Frage auf die Linie.

Vor dem Einstieg in die Tiefen des Disegno-Diskurses lohnt eine knappe Betrachtung des gedanklichen Fundaments, auf das Vasari aufbaut. Wie schon bei der Etymologie aufgezeigt sind aus den historischen Ausgangspunkten einige Indizien über den Kern der jeweiligen Begriffe abzuleiten. Erkennbar im obigen Zitat hat Vasari den Begriff des Disegno nicht neu geprägt. Er verwendet das Disegno und damit verbunden die Zeichnung schon als ein eigenständiges Werk, das losgelöst von einer weiteren Ausarbeitung bereits existiert. Und nicht nur losgelöst von solcher Ausarbeitung, sondern auch noch den weiteren Schritten bzw. der Ausgestaltung in verschiedenen Kunstformen. Nachvollziehbar erscheint dabei, wie Vasari auf Diskussionen seiner Vorgänger antwortet und reagiert. Zu nennen sind insbesondere Cennino Cennini, Leon Battista Alberti und Leonardo da Vinci. Ersterer ist wichtig, insofern in seinen Schriften die Zeichnung zum ersten Mal als eigenständiges Werk angesehen und ausgezeichnet wird, also noch bevor Vasari mit seiner Definition eine dementsprechende Feststellung trifft.<sup>44</sup>

---

43 Florian Arnold: Logik des Entwerfens. Geschichte, Methode und Gegenwart eines umstrittenen Designkonzepts, Bielefeld 2018, S. 33.

44 R. Kudielka: Aus, gezeichnet, zeichnen, S. 30.

Weißt du, was passiert, wenn du dich im Zeichnen mit der Feder übst?  
 Du wirst ein Fachmann, der fig ist, auswendig, nur aus der Fantasie heraus zu zeichnen.<sup>45</sup>

Mit diesem Zitat von Cennini und der einhergehenden eigenständigen begrifflichen Wertung der Zeichnung werden Voraussetzungen dahingehend geschaffen, die Zeichnung als eigenständiges (Kunst)werk auszugeben. Schon in der ersten überlieferten, schriftlichen Erwähnung des Gedankens wird die Nähe zur Ideen- und Geisteswelt herausgestellt. Der Kern der Diskussion wird schon in den Anfängen sichtbar, von Vasari wird er nur noch deutlicher hervorgehoben. Interessant für unsere Fragestellung wird es an dem Punkt, an dem es in der *concetto*-Diskussion um die Grenze zwischen Idee und Zeichnung geht, als die Schnittstelle von an sich – und gerade noch – Geistigem und bereits anschaulich Nachvollziehbarem, Materiellem: also an der Stelle, an der zwischen der reinen Geometrie im Sinne gedanklicher Verhältnisse und der grundsätzlichen Darstellbarkeit im Zeichnerischen ein Übergang erfolgen muss.

Jener Übergang, das kann bereits vorausgeschickt werden, kann zuletzt in nichts anderem vollzogen werden als dem Ausziehen einer Linie. Sie markiert dann, das ist die These, einen Übergang im ontologischen Sinne: Wo vorher nichts war, ist anschließend etwas, das jeder Form von sinnlicher Erfahrbarkeit und daran anschließender Körperlichkeit vorangeht. Zugleich bezeichnet sie aber auch einen Übergang im Sinne einer platonistischen Top-Down-Bewegung, handelt es sich doch um den Ansatz einer grundsätzlichen Verkörperlichung. Nun wird man sich fragen: Wo genau, ontologisch und metaphysisch, ist die Grenze, die Linie, sofern es sie geben sollte, und womit wird sie gezogen?

Die Frage ist schon in ihrem skizzierten Ausgangspunkt komplex, was allein die geistesgeschichtlichen Aspekte im wortwörtlichen Sinne angeht.<sup>46</sup> Noch umfangreicher wird die Debatte, sobald im Zuge des späteren, industriell geprägten Designs im 19. Jahrhundert weitere

45 Cennino Cennini: *Il Libro dell'arte*, hg. von Neri Pozza, Vicenza: 1971.

46 Heinz Hirdina: *sthetische Grundbegriffe*, Stuttgart, Weimar: 2010, S. 42.

semantische, aber auch soziopolitische, wie zuletzt auch ganz neue philosophische Aspekte ins Spiel kommen.<sup>47</sup> Schließlich wird ein Spektrum aufgespannt, das nur zu bekannt erscheint mit dem Blick auf das disziplinäre *Zwischen-den-Stühlen-Sitzen* des Designs im Bezug zu seinen angrenzenden Disziplinen. Gerade wegen dem Ausmaß und der einhergehenden Verbreiterung der These wird in dieser Arbeit nicht auf alle diese Bereiche eingegangen.

Es kann nur eine Grundlinie der gedanklichen Fortentwicklung verfolgt werden. Auch dabei gilt jedoch noch zu beachten, dass sich die Techniken und Methoden bei der Verwendung der Linie alleine schon in der Zeichnung in den verschiedenen kreativen Disziplinen stark unterscheiden. Roland Knauer beschreibt in *Entwerfen und Darstellen* diese Pluralität für die Architektur:

Sie tritt hervor in der divergierenden Gestaltung der Lebensentwürfe, der planerischen Konzeptionen, des ästhetischen Repertoires, und sie artikuliert sich nicht weniger signifikant in der Art der Instrumentierung der Entwürfe.<sup>48</sup>

Diese Aussage kann durch die fachliche Nähe der Disziplinen auf die Gestaltung übertragen werden, was bedeutet, dass eine Definition der Linie in der Darstellung, auch bei vorzunehmenden Einschränkungen, der Pluralität der Techniken und Methoden Rechnung tragen muss. Dies beachtend lohnt es sich, eine Einschränkung bei der Analyse des Disegno vorzunehmen, die zwar den Radius von semantischen, soziopolitischen ebenso wie philosophischen Aspekten auf das für die Linie wesentliche, aber nicht die Bandbreite der Gestaltung reduziert. Die Fokussierung, die von Arnold, angelehnt an Georges Didi-Huberman, vorgenommen wird, erfüllt genau diese Ansprüche. Arnold spitzt die Disegno-Frage auf den Status der Kunst gegenüber den Künsten zu. Damit bleibt die Diskussion abstrakt genug, um alle Techniken und Methoden mit einzuschließen, aber trotzdem einen Akzent zu setzen.

---

47 F. Arnold, 2018, S. 33.

48 Roland Knauer: *Entwerfen und Darstellen. Die Zeichnung als Mittel des architektonischen Entwurfs*, Berlin: 2002, S. 4

Mit Arnold kommt den Künsten der Teil der Lebensweltlichkeit zu, als den »unterschiedlichen Formen einer letztlich nutzerorientierten Praxis«. In Bezug auf die Linie lässt sich mit Arnold die These aufstellen, dass auch schon der Disegno immer noch, zum Teil, lebensweltlich ist. Demensprechend sind auch schon die Gedanken und der zeichnerische Umgang mit dem Konzept des Disegno auf eine nutzerorientierte Praxis ausgelegt.

Das Entwerfen ist dabei keine physische Manifestation der Lebensweltlichkeit, sondern ist ein Beweis für die Ausrichtung des Denkens auf die Lebenswelt.

Diese These kann an diesem Punkt jedoch nur als Ausblick gesehen werden, denn bei Vasari sind davon bisher nur erste Spurenlemente vorzufinden.<sup>49</sup> Was bei ihm hervorsticht, ist die Unklarheit des Disegno, eine Unklarheit, die genau den Kern dessen trifft, was das Disegno am Ende ausmacht. Mit der Definition, die Vasari vornimmt, werden zwei Aspekte vereint, deren Verhältnis zueinander die Uneindeutigkeit der Formulierung geschuldet ist. Die Begriffe *forma*, *idea*, *congetto* stehen in einem bisher ungeklärten Verhältnis mit der konkreten Zeichnung.

Dieser Unklarheit lässt sich nach Arnold als Frage stellen: Was verbindet ein sowohl inneres als auch äußeres Bild im disegno miteinander?<sup>50</sup> Diese Sichtweise scheint jedoch im zeitgenössischen Allgemeinverständnis nicht vorhanden zu sein, stattdessen scheint dort das Disegno nichts anderes als eine Umrisszeichnung zu sein, die den klassischen Gegenpol zur Farbgebung bildet.<sup>51</sup> Nach Arnold hat Vasari in seinen Schriften eine weit zukunftsweisendere Vorstellung vom Disegno. Es geht dabei um eine, abermals, hierarchische Zuordnung. Vasari stellt den Disegno dem Kunstwerk als Grundlage voraus. Nicht nur als Konstruktionszeichnung, sondern als Prinzip der Auseinandersetzung und Übung, sowohl des Geistigen als auch des Handwerklichen:

---

49 F. Arnold, 2018, S. 34.

50 F. Arnold, 2018, S. 33.

51 Leon B. Alberti: Das Standbild – Die Malkunst – Grundlagen der Malerei/De Statua – De Pictura – Elementa Picturae, hg. von Oskar Bätschmann, Darmstadt: 2011, S. 283.

Und tatsächlich verhält es sich genau so, denn wer nicht genügend gezeichnet und ausgewählte Dingen an Antikem oder Modernem studiert hat, vermag weder alleine aus Übung heraus gut zu arbeiten noch das nach dem Leben Gemalte zu verbessern und ihm dadurch jene Anmut und Perfektion zu verleihen, die die Kunst unabhängig von der Ordnung der Natur erzeugt, die manches für gewöhnlich nicht schön hervorbringt.<sup>52</sup>

Was also, in diesem Fall mit Vasaris Worten, für Tizian als fehlend erachtet wird, um mit Michelangelo gleichauf zu sein, ist nicht das rein handwerkliche Können. Stattdessen handelt es sich, hier wieder mit Arnold, um die Schulung und Ausbildung des geistigen Auges.<sup>53</sup> Und dies speziell für und als Teil des *Disegno*. Was mitklingt, ist die Unterordnung der Farbgebung, der Farbe, also des *colorito* unter den *Disegno*. Dabei geht es um die Problematik der Verortung im Innen und Außen. »Die Farbe folgt eher dem äußereren, die Zeichnung hingegen mehr dem inneren Auge.«<sup>54</sup> Wieder dreht sich die Frage nach Idee und Materialität, die sich immer weiter ausdifferenziert. Nach Arnold liegt Vasaris Fokus nicht darauf, dass die Natur wahrheitsgetreu wiedergegeben wird, sondern mit dem geistigen Auge erfasst und idealisiert abgebildet wird; eine Darstellung des *disegno der Natur*. Damit stellt Vasari die Zeichnung nicht nur über, sondern auch vor alle anderen Aspekte des Kunstwerks. Nach ihm ist nur das *Disegno* in der Lage, Bilderzählung, Handlungsverlauf, überhaupt Tat-Sachen im Bild zu schaffen.<sup>55</sup> Wenn also das *Disegno* die Natur nicht *nur* kopiert, sondern sie zu gleichen Teilen *imitiert* und *idealisiert*, sie gleichsam auf sich selbst zurückwirft, so wirft sich auch das *Disegno* auf sich selbst zurück. »Der *disegno* ist nach dem eigentlichen Ideal der Natur ›designt‹, indem er eine bloß ›naturalistische‹ Natur auf künstlerische Weise ›redesignt‹.«<sup>56</sup>

---

52 Giorgio Vasari: Das Leben des Tizian, hg. von Alessandro Nova, Berlin: 2005, S. 36.

53 F. Arnold: 2018, S. 35.

54 F. Arnold, 2018, S. 36.

55 F. Arnold, 2018, S. 36.

56 F. Arnold, 2018, S. 37.

Die Aufgabe des Künstlers ist es also, sofern er nicht nur lediglich Stimmungen malen möchte, mithilfe des Disegnos die Idee der Natur, ihre Form, das Disegno der Natur selbst zu erforschen, zu erkennen und deutlich herauszuarbeiten. Vasari selbst gibt zur Methodik und Umsetzung dieses Unterfangens wenig Ansatzpunkte. Jedoch wurde sie von Wolfgang Kemp basierend auf der Analyse eines von Vasari selbst ausgeföhrten Freskos ausgearbeitet:

Vor dem Blick des Betrachters öffnen sich zwei tonnengewölbte Räume, die durch eine Tür miteinander in Verbindung stehen. Die Schnittfläche der Trennwand ist durch eine Nischenarchitektur ausgezeichnet, welche die Statue eines nackten [...] Mannes aufnimmt. Im Raum links, der von Kerzen beleuchtet wird, arbeitet ein Maler in Gesellschaft dreier Modelle an einem halb vollendeten Bild in Hochformat, das eine Diana zeigt. Das Gewölbe rechts durchschreiten sieben Frauen, darunter zwei Fackelträgerinnen, in Richtung Tür, die zum Atelier führt. Die Rückwand des Raumes öffnet sich auf eine Landschaft, von der die Allegorie der Natur im Bild der vielbrüstigen Herme der Diana Ephesia steht.<sup>57</sup>

Das Fresko hat viele Bedeutungsebenen, die hier den Rahmen sprengen würden. Wichtig ist für die geführte Diskussion, wo das Disegno zu finden bzw. der Übergang zu verorten ist, wo Natur zu Idee und Idee über Ideal ihren Weg in die Kunst findet. Nach Kemp wird dies über die wortwörtlich zentrale Figur des Bildes dargestellt. Die männliche Statue, angebracht in einer Nische in der Trennwand zwischen den Räumen, stellt das Disegno dar:

Dem Disegno kommt auf dem Fresko die gleiche Mittelstellung zwischen Natur und Kunst zu, wie sie ihm theoretisch der Text verleiht, den Vasari in die zweite Ausgabe der *Viten* aufgenommen hatte. Grundsätzlich begegnet das Prinzip Disegno der Natur mit der Absicht, die Gesetzmäßigkeiten, die ihr zu Grunde liegen, in einer Art korrigierender Zusammenschau der einzelnen und unvollkommenen

---

57 W. Kemp, 1974, S. 228.

Elemente zu erkennen und diese Erkenntnis zu einem Bild, zu einem Concetto gerinnen zu lassen.<sup>58</sup>

Das Disegno schöpft also aus den lebensweltlichen Modellen auf der rechten Seite des Bildes, um sie in ihrer synthetisierten Idealform auf der linken Seite des Bildes auf der Leinwand abilden zu lassen. Das Disegno ist hierbei das Element, das Klarheit und Tatsachen generiert. Die Übersetzungsaufgabe des Disegno wird hier gezeigt mit dem schon viel zitierten Beispiel der Modellwahl des Zeuxis. Er schuf sich, mit der Auswahl der schönsten Körperteile von fünf Frauen, eine ideale Frau.<sup>59</sup> Bemerkenswert ist aber, dass diese Auswahl im Falle von Vasaris Fresko nicht der Künstler, sondern das Disegno trifft. Damit wird nach Arnold die zugrundeliegende Kompetenz des Disegnos das »Vermittlungsvermögen der Idealisierung überhaupt«.<sup>60</sup>

Die Vermittlung erfolgt zu gleichen Teilen im physischen wie im psychischen, auf einer Art horizontalem, hierarchielosem, Austausch. Mit dem Blick auf den Ideenaustausch und die Ideenfindung kann das Disegno in einer Zwischenbilanz mit Arnold auch als »analytisches Vorstellungs- resp. Einbildungsvermögen«<sup>61</sup> bezeichnet werden. Es ist also dieses Vermögen, das im Rückbezug auf das Fresko die Entscheidungen fällt, und nicht der Künstler.

Betrachten wir Vasaris Schriften, scheint er sich dieser Problematik bewusst geworden zu sein. Er korrigiert diese Diskrepanz, indem er das Disegno kurzerhand zum ursprünglichen, teilweise auch göttlichen Schöpfungsvermögen erhebt. Vasaris Formulierungen dazu bleiben jedoch vage und unscharf. Was fest bleibt, sind an anderer Stelle die Bezüge auf die neuplatonischen Prinzipien, denn mit dem Erhöhen des Disegnos wird es paradoxe Weise auch über sich selbst gestellt:

Denn was könnte jener schlichte Akt der Zeichnung, der disegno im materialen Sinne, gegen dieses Urbild, »die eine Seele, die aus sich

---

58 W. Kemp, 1974, S. 230.

59 F. Arnold, 2018, S. 38.

60 F. Arnold, 2018, S. 38

61 F. Arnold, 2018, S. 39.

selbst heraus alle Tätigkeiten der denkenden Seele gebiert und nährt, noch anderes bedeuten als ein blasses Abbild, ein Schatten gegen das Licht, das platonische Licht der Wahrheit?<sup>62</sup>

Aber wie schon eingangs erwähnt, bleibt es auch hier zwiespältig, wenn Vasari an anderen Stellen betont, dass der Akt des Zeichnens im Disegno nicht nur äußerlich, sondern auch maßgeblich daran beteiligt ist, die innere Zeichnung oder das *congetto* überhaupt herauszubilden, zu umschreiben und zu definieren. Und dies wird sich auch weiter durch diese Arbeit ziehen. Der Zeichenakt wird vielfältig genutzt:

Es braucht als den Zeichenakt gleichermaßen im Sinne der Ausübung einer kompositorischen, farblichen und zeichnerischen Synthese- und Analysekompetenz, mithin im Sinne einer (aus)übenden Einbildungskraft und Urteilskraft.<sup>63</sup>

Arnold bezieht sich damit auf Vasari:

Die Vorstellung an sich vermag die Einfälle weder zu sehen noch sie zu imaginieren, wenn sie ihre Konzeption den leiblichen Augen nicht eröffnet und vorführt, auf daß sie ihr bei der erfolgreichen Urteilsfindung Hilfe leisten. [...] Auf diese Weise bekommt man Übung in der Kunst und bildet Stil und meisterhaftes Urteilsvermögen aus [...]. Ganz zu schweigen davon, daß sich beim Zeichnen auf Papier der Geist mit schönen Ideen füllt und man dabei lernt, alle Gegenstände der Natur aus dem Kopf wiederzugeben, ohne sie ständig vor Augen zu haben [...].<sup>64</sup>

Was Vasari hier nach und nach ausarbeitet, wird von Arnold prägnant und sinnig auf den Punkt gebracht, »dass das vermeintliche Urbild sich lediglich dadurch (auch über sich selbst) ins Bild zu setzen vermag, dass es sich als Abbild seines eigenen Abbildes erkennt.«<sup>65</sup>

---

62 F. Arnold, 2018, S. 41.

63 F. Arnold, 2018, S. 41

64 G. Vasari, Das Leben des Tizian, 2005, S. 16.

65 F. Arnold, 2018, S. 42–43.

Wie man erkennen kann, stellt sich mit dieser Formulierung auch die Frage danach, ob die bisherige hierarchische Anordnung von Urbild und Zeichnung noch zutreffend ist. Was hier in Vasaris Texten im Werden begriffen ist, ist das Kippen von einer vertikalen Hierarchie in eine horizontale, sich gegenseitig bedingende Wechselwirkung zwischen gleichwertigen Bildern:

[...] eine *Wechselwirkung* zwischen an sich ebenbürtigen Bildern und zwar eine *symmetrische* Wechselwirkung zwischen Bildern, deren vermeintliche Rangfolge sich nicht mehr auf die Unterscheidung Idealität/Materialität zurückführen lässt.<sup>66</sup>

Was bleibt bzw. was sich daraus bildet, ist ein Gestaltungsprozess, in dem diese beiden Teile als für den Prozess integrale Momente sich gegenseitig bedingend zusammenfinden, als Ganzes aus der Summe seiner Teile.<sup>67</sup> Und die bis hierhin hergeleitete Zwiespältigkeit des *Disegno* ist der Grund, warum es bis heute thematisch aktuell und für die Kunst und das Design prägend geblieben ist. Denn mit seiner gleichwertigen Zweiseitigkeit löst sich das *Disegno*, in sich selbst, von beiden Seiten und findet sich am stärksten in der Mitte seiner Pole als der pure Akt der Vermittlung als »Zeichnung im verbalen Sinne eines Prozesses ihrer wechselseitigen Ausdifferenzierung.«<sup>68</sup> Geht man den offensichtlichen Schritt von der Analyse des *Disegno* hin zu seiner Bedeutung im aktuellen Designbegriff, dann kann dies noch weiter verstärkt werden, indem man das *Disegno* als Grundlage für die heutige Gestaltung nimmt. Das Design, definiert als Entwurfspraxis, welche die praktische Durchführung und Auseinandersetzung mit dem Entwurf fester Bestandteile der treibenden Fantasie ist.<sup>69</sup> Nochmal mit Arnold:

---

66 F. Arnold, 2018, S. 43.

67 Erwin Panofsky: *Idea. Ein Beitrag zur Begriffsgeschichte der älteren Kunsttheorie*, Berlin: 1960, S. 34.

68 F. Arnold, 2018, S. 43.

69 Martin R. Deppner: *Design – disegno. Gegen eine Ästhetik des Vergessens*, Bielefeld: 1995, S. 15.

Es geht im Wesentlichen um einen im Wortsinne kreativen Akt der wechselseitigen Bildung von materieller Praxis und konzeptueller Theorie, nicht um eine einseitige Imitation des einen durch das andere.<sup>70</sup>

Die Bedeutung des Disegnos für das Design und die direkte Verbindung als Grundlage und ausdifferenzierendes Element können noch einmal hervorgehoben werden. Das, was das Disegno als einen Prozess der horizontalen Ausdifferenzierung anlegt, wird vom Design in der Moderne ausgestaltet. Das zuvor schon angeklungene Zwischen-den-Stühlen-Stehen des Designs wird zur Tugend, indem ihm nach Arnold die Aufgabe zukommt, einen zentralen Bestandteil der Moderne auszuprägen – dies nämlich als Bindeglied, nicht nur zwischen den verschiedenen Wissenschaften und Künsten, sondern als Vermittlung und Vernetzung zwischen Idee und Materialität durch die in seinem Kern verankerte Ambivalenz: »die Gestaltung einer umfassenden Vernetzung der menschlichen Umwelt, die Himmel und Erde auf ungeheure Weise miteinander verbinden sollte.«<sup>71</sup>

Zusammen mit dem Disegno wurde die Linie als stiller Teilhaber, in seiner Form als grundlegender Bestandteil der Zeichnung, bei der vorangegangenen Ausdifferenzierung miterforscht. Das Disegno hat zusammengeführt, was vorher durch die Habitualisierung und Technisierung der Linie getrennt schien. Die beiden Bestandteile der Linie, der lebensweltliche und der geistige, sind zu einer Einheit geworden. Die zuvor gefundene Dreiteiligkeit eint sich wieder, indem die Linie mit dem Disegno zum vermittelnden, definierenden und Tat-Sachen generierenden Element wird. Damit wird die Linie zum Fundament der visuellen Auseinandersetzung mit der Welt und Kernstück der Kommunikation von Raumwahrnehmung.

---

70      F. Arnold, 2018, S. 45.

71      F. Arnold, 2018, S. 46.

## 3 Die Linienwelt

---

Die Linienwelt ist das Konzept eines – geometrischen und geografischen – linienbasierten Weltverständnisses, das die visuelle Kommunikationsbasis zwischen einzelnen individuellen mentalen Raumwahrnehmungen bildet. Dies soll in den folgenden Kapiteln hergeleitet werden. Die vorangegangene Definition der Linie als Werkzeug für Ordnung, Struktur und Orientierung dient dazu als Basis. Das Konzept der Linienwelt soll eben jene Sphäre verständlich machen, die wir *betreten*, wenn wir immersiv in die virtuelle Welt eintauchen.

Der Weg zur Linienwelt wird in der Karte gezogen. Dies erschließt sich aus drei Gründen: erstens über den Fokus dieser Arbeit auf die neuen Medien, zweitens über die verwendeten Begrifflichkeiten in den verschiedenen Ebenen des Disegnos und drittens über das Konzept der Gestaltung als Weltentwurf. Letzteres wird in diesem Kapitel ausgeführt. Nachdem die Auswahl der Karte als Medium für die Linie hergeleitet wurde, erfolgt eine Ausdifferenzierung. Dementsprechend werden aufeinander aufbauend mentale Karten (Kapitel 3.1), geografische Karten (3.2.2) und die Einflüsse der Karten auf die Lebenswelt analysiert. Dabei wird aufgezeigt, wie diese Karten die Basis für das Konzept einer Linienwelt bilden. Ergänzt wird diese Analyse durch geometrische Grundlagen (Kapitel 3.2.1), auf denen die Karte und alle anderen linearen Darstellungsformen der Linienwelt aufbauen. Ausschlaggebend für die hier vorge-

nommene Betrachtung der neuen Medien<sup>1</sup> ist, dass sie eine dreidimensionale Visualisierung bieten und sich von dem klassischen, zeichnerischen Konzept einer zweidimensionalen Projektion der Wahrnehmung gelöst haben. Die Interaktion mit der Linie ist in diesen neuen Medien räumlich geworden. Daraus abgeleitet geht es nicht mehr um die statische Wiedergabe von Informationen, sondern um die Interaktion und Gestaltung im Raum. Dementsprechend erscheint eine Analyse der Linie, die ausschließlich die Zeichnung betrachtet, nicht zielführend. Vielmehr bietet es sich an, die Linie in einem Medium zu betrachten, das grundlegend für das Verständnis von Raum und der Bewegung im Raum ist: der Karte.

Zur Erläuterung des Disegnokonzepts, das von der Zeichnung als Ebene zwischen der geistigen Welt und der Lebenswelt ausgeht, bietet sich die Einbindung der Karte ebenfalls an. So werden die Abspeicherungen räumlicher Wahrnehmung im Geiste in diesem Kapitel unter dem Begriff der mentalen Karte erforscht. Allein um das Zwischenfeld der Linie deutlicher erkennbar zu machen, lohnt es sich, auf beiden Seiten, welche die Linie verbindet, mit dem Begriff der Karte zu arbeiten – das heißt der mentalen Karte wie der kartographierten Welt. Neben der Entwicklung der Begrifflichkeit sind mentale Karten grundlegend für die Form der digitalen Räume verantwortlich, wie in Kapitel 3.1.3 dargestellt wird.

Zuletzt begründet sich die Auswahl der Karte durch das Konzept des Weltentwurfs. Damit wird vorerst davon ausgegangen, dass jeglicher Entwurf immer auch eine neue Welt konzipiert, die den Entwurf umgibt. Durch ein einheitliches Maßsystem und geometrische Prinzipien wie das Skalieren können sich alle zeichnerischen Entwürfe, von der Zeichnung über die Architekturzeichnung zur geografischen Karte, in das Konzept der Welt einbetten. Betrachten wir die Linie, so ist sie als einzelne Linie immer ein Teil eines größeren Ganzen, eines darüberliegenden, linienbasierten Ordnungssystems und schließlich

---

<sup>1</sup> Unter dem Begriff der neuen Medien werden Augmented Reality, Virtual Reality und Mixed Reality verstanden, die auch spezifischer als Extended Reality zusammengefasst werden.

einer umfassenden Ontologie, in die sie sich einbettet. Mit der Karte als Medium wird die Zeichnung nicht ersetzt, sondern der Blickwinkel erweitert, um in dem mehrdimensionalen Überblick bedeutungstragende Punkte besser erkennen zu können.

Geht man davon aus, dass Design in seinen verschiedenen Medien immer versucht, eine Veränderung der Wahrnehmung der Welt vorherzusehen, dann geht es immer auch um eine Interaktion mit und Veränderung der mentalen Karte. Es geht um die Beeinflussung von Orientierung in der Welt. In diesem Sinne sind Zeichnungen immer nur kleine Ausschnitte der Karte, die als Puzzleteile zusammengesetzt unsere Wahrnehmung der Welt ergeben. Daher ist es sinnvoll, anhand des ganzen Bildes – und nicht nur eines einzelnen Puzzleteils – die Analyse der Linie vorzunehmen.

»Maps are graphic representations that facilitate a spatial understanding of things, concepts, conditions, processes, or events in the human world.«<sup>2</sup> Diese Definition der Karte stammt aus dem monumentalen, aber immer noch unvollständigen *History of Cartography* von Brian Harley und David Woodward, das eine bisher noch nicht dagewesene Sammlung, thematische Sortierung und Analyse der Kartierungen darstellt. Übersetzt sind Karten grafische Darstellungen, die das räumliche Verständnis von Dingen, Konzepten, Bedingungen, Prozessen oder Ereignissen in der menschlichen Welt ermöglichen. Diese Definition wird laut Peter Barber mittlerweile bei der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit Karten als Konsens angesehen.<sup>3</sup> Zur Zeit der Veröffentlichung der *History of Cartography* (1987) ging diese Ansicht weit über die restriktive Betrachtungsweise der Zeit hinaus, die Karte sei hauptsächlich ein geografisches Medium, das ausschließlich über die Exaktheit ihrer geometrischen Übertragungsqualität bewertet werde.<sup>4</sup> Diese ältere Ansicht hat sich spätestens mit der Übertragung der Karte in die digitalen Medien gewandelt. Die Digitalisierung und die einhergehende verbesserte Möglichkeit der Vervielfältigung brachten

---

2 J. Brian Harley/David Woodward: *The History of Cartography*, Chicago: 1987, S. 4

3 Peter Barber: *The map book*, London: 2005, S. 6.

4 P. Barber, 2005, S. 6.

auch eine Ausbreitung der Karte in andere Bereiche der Wissenschaft als Teil der aufkommenden interdisziplinären Forschung mit sich. Für eine große Anzahl von verschiedenen Disziplinen, darunter etwa die Soziologie, Politikwissenschaften oder Kunstgeschichte, brachte der Umgang mit Karten neue Perspektiven, die durch kein anderes Medium erreicht werden konnten.<sup>5</sup> Im Kontext dieser Arbeit wird die These aufgestellt, dass die Karte nicht nur, wie in der Definition von Harley und Woodward, das Verständnis ermöglicht, sondern auch als mediales Entwurfswerkzeug verstanden werden kann. Indem die Karte die räumliche Wahrnehmung definiert, wird auch eine Handlungsgrundlage geschaffen.

### 3.1 Mentale Karten

Die Linie zieht sich konzeptionell aus der mentalen Karte in die Zeichnung. Diese Annahme ist schon bekannt aus der vorangegangenen Analyse des Disegno. Infolgedessen steht die Linie in der Zeichnung vermittelnd zwischen der geistigen und physischen Welt. Um die Linie im Akt ihrer Vermittlungsleistung verstehen zu können, müssen die Ausgangs- und Endstadien der Linie sowie deren Medien betrachtet werden.

Im Disegno haben wir noch von einer geistigen Welt gesprochen. Mit dem Fokus auf die Linie in der Gestaltung können wir diese Definition zuspitzen. Bei der zeichnerischen Linie im Entwurfskontext geht es immer um eine Art der visuellen Darstellung von räumlichen Informationen. In der Kognitionsforschung wird davon ausgegangen, dass jeder Mensch, um sich orientieren und darauf basierend agieren zu können, sich eine gedankliche, räumliche Repräsentation erschafft.<sup>6</sup> Übertragen wir die Parameter der Zeichnung in die geistige Welt, sprechen wir von dem Begriff der mentalen Karte: »Er [der Begriff der mentalen Karte]

---

5 P. Barber, 2005, S. 7.

6 Ute Schneider: Die Macht der Karten. Eine Geschichte der Kartographie vom Mittelalter bis heute, Darmstadt: 2004, S. 81.

charakterisiert die Wahrnehmung und Abspeicherung räumlichen Wissens im menschlichen Gehirn.»<sup>7</sup>

Diese Definition entspricht dem gesuchten Gegenstück der Zeichnung in der geistigen Welt. Dabei ist die mentale Karte keineswegs in allen Aspekten mit einer Zeichnung gleichzusetzen. Gerade die Unterschiede zwischen den Medien, in diesem Falle der mentalen Karte und der Zeichnung, lenken den Blick auf die Linie. Wenn also die mentalen Karten den Anfangspunkt der zeichnerischen Gestaltung bilden, sollten sie genauer betrachtet werden, weil sie signifikanten Einfluss auf die aktuelle Entwicklung digitaler Räume und deren Gestaltung haben.

Um ein differenzierteres Bild zu bekommen, erfolgt der Einstieg über eine Begriffsklärung. Dies leitet direkt über in die Frage: Wie wird die mentale Karte erstellt, und was ist das Ergebnis dieses Prozesses? Abschließend folgt eine Fokussierung der Betrachtung auf die Linie und im letzten Zug auf die Verbindung zu den neuen Medien.

In den Kognitionswissenschaften wurde der Begriff der mentalen Karte natürlich nicht primär genutzt, um eine möglichst klare Übertragung zwischen den Gedanken und der weltlichen Repräsentation erkennbar zu machen. Am Begriff der mentalen Karte wird dort vielmehr die Wahrnehmung und Speicherung der räumlichen Wahrnehmung erforscht. Es geht dabei grundlegend um die Erforschung der Orientierung, wie sie erworben, gespeichert und wieder abgerufen wird:

Mentale Karten bezeichnen dabei Raumrepräsentationen, die aus Wahrnehmung und Bewegung hervorgehen, im (Körper-)Gedächtnis gespeichert sind und räumliches Verhalten beeinflussen.<sup>8</sup>

Der Begriff stammt aus der Kognitionsforschung des 20. Jahrhunderts, zusammen mit *Raumkognition*, *Spatial Reasoning*, *Cognitive Maps* und ähnlichen Formulierungen. Das Interesse und die Forschung daran, wie Orientierung stattfindet, wie sich räumliche Vorstellungen und

---

7 U. Schneider, 2004, S. 81

8 Stephan Günzel/Franziska Kümmerling: Raum. Ein interdisziplinäres Handbuch, Bremen: 2010, S. 234.

daraus resultierendes Verhalten miteinander verknüpfen und worauf sie basieren, sind wesentlich älter.<sup>9</sup> Der Begriff des Orientierens stammt vom lateinischen *oriens* (Osten) und bezieht sich ursprünglich auf die Tätigkeit des Orientierens und Ausrichtens nach Osten in Richtung der aufgehenden Sonne. So waren historisch viele Karten nach Osten ausgerichtet (im Gegensatz zur heutigen Ausrichtung nach Norden). Die Gründe dafür werden bei der Betrachtung der Entwicklung der Karten noch genauere Erläuterung finden (vgl. Kapitel 3.2.2.1). Davon ausgehend hat sich der Orientierungsbegriff erweitert und bezieht sich nun auch auf die Ausrichtung von Darstellungsmethoden wie Karten und Projektionen auf die Himmelsrichtungen und die daraus entstehende Orientierung des Körpers.<sup>10</sup>

Auch wenn die Orientierungsforschung im 19. Jahrhundert eine Hochkonjunktur erfuhr, geht das Interesse daran viel weiter zurück. So lässt sich die Begeisterung und Faszination an den Orientierungsleistungen von Tieren bis in die Antike zurückverfolgen.<sup>11</sup> Dasselbe gilt für den Grundbegriff der mentalen Karte. Auch wenn dieser Begriff sich erst im 19. Jahrhundert im Rahmen der einschlägigen Forschung voll etabliert hat, sind erste Nennungen einer *Karte im Kopf* als Metapher der Orientierung deutlich früher datiert: George-Louis Leclerc de Buffon (1707–1788) nutzt ihn in seiner *Histoire naturelle des oiseaux* (Naturgeschichte der Vögel) um 1770 im Kontext seiner Erforschung des Orientierungsverhaltens von Zugvögeln.<sup>12</sup>

Betrachtet man neben der *Karte im Kopf* noch andere Metaphern, die sich im Kontext der mentalen Karten im allgemeinen Sprachgebrauch etabliert haben – wie etwa den Begriff eines *inneren Kompasses* – lässt sich nachvollziehen, wie eng verknüpft die Vorstellung von Orientierung mit dem Bild einer inneren Karte ist.<sup>13</sup> Ausschlaggebend für diese Vorstellungen und die begleitenden Begrifflichkeiten sind nicht

---

9 S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 234.

10 S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 235.

11 S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 234.

12 S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 236.

13 S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 234.

die Kognitionswissenschaften, sondern die medialen Kulturtechniken, »die der Vermessung und Kartierung von Räumen sowie der Lage- und Richtungsbestimmung dienen.«<sup>14</sup> Vorstellung und Begrifflichkeit der mentalen Karte haben also ihre Ursprünge in der Kartierung und den geografischen Medien. Für die Betrachtung der Linie ist gerade deshalb die Bildung der Begrifflichkeit mentaler Karten von essenziellem Interesse, da der Begriff sowohl das Medium als ein visuelles festlegt, als auch durch den Begriff der Karte und deren geografischer Hintergründe die Linie aus den Gedanken zur Zeichnung und weiter zur physischen Welt zieht.

Bevor die Linie jedoch gezogen werden kann, ist erst einmal herauszuarbeiten, wie sich mentale Karten bilden. Wenn wir mit der Zeichnung von einem visuellen Medium ausgehen, ist es wichtig zu wissen, ob visuelle Wahrnehmungen auch die Grundlage für mentale Karten sind. Mit dem Blick auf die Ausbreitung der zuvor genannten terminologischen Analogien ist es naheliegend, von einer primär visuellen Determination mentaler Karten auszugehen. In der Kognitionsforschung brauchte es trotzdem einige Zeit, bis diese Erkenntnis auch wissenschaftlich untermauert werden konnte.

Anfänglich ging die Wissenschaft von einer physischen anstatt einer psychischen Orientierungsleistung aus. Der Kernpunkt der Forschung des 19. Jahrhunderts war die Frage danach, welcher Sinn primär determinierend für die räumliche Vorstellung und Orientierung des Menschen ist. Die einzelnen Wahrnehmungsmöglichkeiten und ihr Einfluss auf die Orientierung wurden untersucht, mit dem Ziel herauszufinden, welcher Sinn für die Orientierung zuständig ist oder ob es möglicherweise einen eigenen Orientierungssinn, gibt.<sup>15</sup> Neben dem Geruchssinn und taktilen Elementen sowie dem Gleichgewichtssinn wurde auch der Einfluss von magnetischen Feldern betrachtet und analysiert. Letztendlich konnte der visuelle Sinn als auschlaggebend bestätigt werden, wobei ebenso nachgewiesen wurde, dass die anderen

---

14 S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 234.

15 S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 235.

Sinne in unterschiedlichem Maße ebenfalls an der Ausbildung mentaler Karten beteiligt sind.<sup>16</sup>

In der aktuellen Kognitionsforschung hat sich die Annahme von einem physischen, von den Reaktionen auf Sinneswahrnehmungen bestimmten, zu einem psychisch determinierten Orientierungssinn gewandelt. Die Bedeutung der visuellen Wahrnehmung wird damit nicht aufgehoben, sondern verschoben. Anstatt die Grundlage der Interaktion zu sein, bildet sie nun das Fundament der Informationen, anhand derer im Geist Karten erstellt werden. Steht inzwischen außer Frage, dass kartographische Praktiken Räume konstruieren und räumliches Verhalten bestimmen, bleibt im Einzelnen noch zu untersuchen, welchen historischen Einfluss sie auf die Konzeptualisierung kognitiver Raummodelle ausgeübt haben.<sup>17</sup> Dies ist von besonderer Relevanz für die Arbeit an der Linie, da sowohl in der Zeichnung als auch in der mentalen Karte das Visuelle die Basis bildet.

Den besagten Paradigmenwechsel von einer Sinnesforschung zu der Annahme, dass die Orientierung als ein mentaler Prozess angesehen werden muss, wurde maßgeblich durch Edward Chace Tolmans Entwicklung eines »Purposive Behaviorism«<sup>18</sup> ausgelöst. Mit diesem Konzept ergänzt er den traditionellen Behaviorismus: Dieser hatte bisher unter der Prämisse gearbeitet, dass menschliches Verhalten lediglich auf reflexhaften Reaktionen, ausgelöst durch verschiedene Reizungen der Sinne, determiniert wird. Tolman erweiterte nicht nur die einzelnen Reaktionen zu einem komplexen System sich gegenseitig bedingender Einflüsse, sondern er stellt diesem auch eine mentale Repräsentation des Systems zur Seite.<sup>19</sup> Damit legte Tolman sowohl den Grundstein für eine Wende in der Psychologie, als auch für ein erweitertes Verständnis der mentalen Karte.<sup>20</sup>

---

16 S. Günzel/F. Kümmelring, 2010, S. 236.

17 S. Günzel/F. Kümmelring, 2010, S. 234.

18 Edward C. Tolman: *Purposive behavior in animals and men*, New York: 1932.

19 S. Günzel/F. Kümmelring, 2010, S. 240.

20 S. Günzel/F. Kümmelring, 2010, S. 241.

Mit dem Konzept mentalen Repräsentation der Umwelt schließt Tolman auch Objekte mit ein, die durch ihre Wahrnehmung und einhergehende mentale Kartierung ebenfalls ein mentales Gegenstück erhalten. Enthalten in diesem mentalen Bild sind sowohl deren räumliche Beziehungen, Abstände und Ausrichtungen, als auch die daraus ableitbaren Informationen über Interaktionsaufforderungen bzw. Anleitungen.<sup>21</sup> Tolman spricht an dieser Stelle von »sign-gestalts«<sup>22</sup>, also von Symbolformen. Wie auch an anderer Stelle wird hier wieder ersichtlich, dass die Objektebene sich fließend aus der Kartenebene ergibt und determinierend mit ihr verbunden ist. Daraus lässt sich ableiten, dass die Größe und Form von Objekten in mentalen Karten nicht dem Wahrgekommenen entsprechen müssen, es aber sehr wohl beeinflussen. Die Parameter gelten einerseits für den Mesokosmos, andererseits aber auch für den Makrokosmos.

### 3.1.1 Die Form mentaler Karten

Spätestens mit Tolman kommen die Fragen auf, welche Form mentale Karten annehmen und inwieweit sie ein Abbild der physischen Welt sind. Die Forschung näherte sich diesen Fragen über Zeichnungen an. Diese wurden im Rahmen von empirischen Studien angefertigt (Kevin Lynch).<sup>23</sup> Die Aufgabe der Versuchsteilnehmer war es, ihre Wahrnehmung der Welt aufzuzeichnen. So wurden Versuchsreihen abgehalten, bei denen die Probanden ihre Wahrnehmung einer bekannten Umgebung, also ihre mentalen Karten aufzeichnen sollten.<sup>24</sup>

Das Problematische bei dieser Art von Forschung war nicht das Medium, sondern die ursprüngliche Annahme, dass mentale Karten in ihrer Rückführung durch Zeichnungen als Vergegenständlichungen der Wahrnehmung betrachtet werden können. Die Ergebnisse wurden als

---

<sup>21</sup> S. Günzel/F. Kümmelring, 2010, S. 240–241.

<sup>22</sup> E. C. Tolman, 1932, S. 134.

<sup>23</sup> Kevin Lynch/Henni Korssakoff-Schröder/Richard Michael: Das Bild der Stadt, Gütersloh, Basel, 2001.

<sup>24</sup> K. Lynch/H. Korssakoff-Schröder/R. Michael: 2001

externalisierte, kartographische Repräsentationen der inneren Gebilde angesehen.<sup>25</sup> Dies ist insofern schwierig, als dabei weder die jeweiligen zeichnerischen Fähigkeiten, noch die individuellen Weltwahrnehmungen der Probanden berücksichtigt wurden. Hinzu kommt, dass es keinen plausiblen Grund gibt, warum *mentale Karten* deckungsgleich mit geografischen Karten sein sollten.<sup>26</sup> Diese Kritikpunkte führten am Ende des 20. Jahrhunderts zu einer genaueren Definition der mentalen Karte. In einem ersten Schritt wurde dem Konzept jegliche Kongruenz abgesprochen, es blieb lediglich eine Analogie. Nach dieser teilen geografische Karten und Zeichnungen mit der *mentalen Karte* lediglich ihre Funktion als Orientierungshilfe:

Wir benutzen den Begriff Karte, um eine funktionale Analogie zu bezeichnen. Wir richten unsere Aufmerksamkeit in erster Linie auf die kognitive Repräsentation, die zwar die Funktion der üblichen geografischen Karte teilt, aber nicht notwendigerweise die gegenständlichen Merkmale einer solchen zeichnerischen Darstellung aufweist.<sup>27</sup>

In der weiteren Entwicklung und das ist von essenzieller Bedeutung für die Arbeit an der Linie –nähert sich der Begriff der mentalen Karte wieder der geografischen Karte an. Der aktuelle Stand der Forschung ist, dass sie ähnliche Formen annehmen, diese jedoch nicht beobachtbar sind und es deswegen weiterhin eine zu beweisende Hypothese bleibt.<sup>28</sup>

Mit der Annahme, dass *mentale Karten* den geografischen Karten ähnlich sind, dies aber nicht vollständig belegbar ist, gilt es herauszuarbeiten, in welcher Form visuelle Wahrnehmungen – der Hypothese nach – angeeignet und in *mentale Karten* überzeichnet werden. Dazu ist zuerst festzustellen, dass *mentale Karten* als äußerst selektiv, fragmenta-

---

25 S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 242.

26 S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 242.

27 Roger M. Downs/David W. Steadman: »Kognitive Karten und Verhalten im Raum. Verfahren und Resultate der kognitiven Kartographie«, in: Harro Schweizer (Hg.): Sprache und Raum, Stuttgart, 1985, S. 18–43, hier S. 22.

28 S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 243.

risch und abstrakt angenommen werden.<sup>29</sup> Vertiefen wir die Analogie zur geografischen Karte, so haben wir das Prinzip einer *mappa mundi*, einer Karte, welche die räumliche Wahrnehmung nicht nach geometrischen Richtlinien ordnet, sondern nach den individuellen Wertvorstellungen die Dinge größer und kleiner abbildet. Manche Wahrnehmungen werden bis ins kleinste Detail abgebildet, während andere weiße Flecken auf der Karte bleiben.

Die Ausbildung bzw. das Erlernen und letztendlich das Konstruieren von mentalen Karten aus wahrgenommenen Eindrücken verläuft grob von einem topologischen, individuellen und sensomotorischen Stadium zu einer euklidischen, durch Abstraktion definierten Form.<sup>30</sup> Damit könnte an dieser Stelle auch von einer Rationalisierung der Wahrnehmung gesprochen werden. Ursprünglich wurde angenommen, dass diese Entwicklung parallel und stringent zu der Entwicklung vom Kind zum Erwachsenen stattfindet, also ontogenetisch relevant ist. Mittlerweile wird davon ausgegangen, dass für den jeweiligen neuen Input der ganze Prozess oder Teile davon durchlaufen werden.<sup>31</sup> Als Beispiel kann die erste Orientierung in einer Stadt dienen, bei der wir zuerst nur eine grobe Ahnung davon haben, wo wir uns befinden. Je öfter wir uns in der Stadt bewegen und neue Bereiche erschließen, umso mehr formt sich in unseren Köpfen die Ahnung eine Karte. Dasselbe gilt natürlich auch für die Objektwahrnehmung. Der erste Eindruck differenziert sich mit der Auseinandersetzung mit dem Objekt immer weiter aus und erweitert unsere mentale Darstellung des Objekts.

Mentale Karten, unabhängig davon, in welcher Skalierung sie etwas abbilden, tragen neben den geografischen Lageinformationen immer auch semantische Informationen mit sich.<sup>32</sup> Nachdem die Kognitionsforschung anfänglich räumliche Orientierung lediglich unter dem Aspekt der Wahrnehmung der physischen Umgebung erforscht hatte, wandelte sich dies schnell zu einer holistischeren Betrachtung: Jegliche

---

<sup>29</sup> S. Günzel/F. Kümmelring, 2010, S. 243.

<sup>30</sup> S. Günzel/F. Kümmelring, 2010, S. 243.

<sup>31</sup> S. Günzel/F. Kümmelring, 2010, S. 243.

<sup>32</sup> R. M. Downs/D. W. Steadman, 1985, S. 29.

Wahrnehmung ist individuell und geprägt von persönlichen, soziokulturellen Einflüssen. Die mentale Karte ist geprägt von den sozialen, kulturellen und politischen Faktoren, in die das Individuum eingebettet ist die sich über die Wahrnehmung der geografischen Gegebenheiten der Umwelt legen. Es ist nur logisch, dass diese Werte ebenfalls Einfluss darauf haben, wie das jeweilige Individuum eine geografische Karte gestaltet.<sup>33</sup>

Diese Beeinflussung findet freilich in beide Richtungen statt, denn so wie mentale Karten einen Einfluss darauf haben, wie ein Individuum durch eine Karte oder Zeichnung seine Wahrnehmung der Welt mitteilt, so beeinflussen Karten auch die räumliche Wahrnehmung der Betrachter und verändern deren mentalen Karte.<sup>34</sup>

Wie weit der semantische Aspekt geht, zeigt sich am Beispiel der Interferenz, bei dem sich Bedeutungen, die in keinem direkten Zusammenhang mit einem Ort stehen, auf dessen Wahrnehmung und mentale Repräsentation auswirken.<sup>35</sup>

Die Form der Repräsentation einer Raumwahrnehmung ist also stark abhängig von der Bedeutung des Rezipierten für das Individuum.

Dies kann beispielhaft an der Wahrnehmung des Elternhauses veranschaulicht werden. Das Haus als einem Ort, an dem viel Zeit verbracht wurde und um den sich viele unserer Erinnerungen drehen. Das Haus ist mit vielen semantischen Informationen unterlegt, die die Bedeutung des Ortes vergrößern. In den mentalen Karten werden solche Orte als weit größer und mit anderen Proportionen wahrgenommen als die Umgebung, beispielsweise die Nachbarhäuser und die Straße. Zeichnungen von Kindern veranschaulichen das besonders gut. Dort sind oft die Personen größer als das Haus dargestellt und das Haus selbst nimmt die Hälfte des Ortes ein.

---

33 U. Schneider: Die Macht der Karten, 2004, S. 9.

34 U. Schneider: Die Macht der Karten, 2004, S. 81.

35 S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 245.

Das Beispiel untermauert, dass mentale Karten sowohl abstrakt, als auch maßgeblich »symbolische Repräsentationen des Raumes«<sup>36</sup> sind. Sie sind nicht nur definiert und beeinflussbar durch die Wahrnehmung der physischen Räume, sondern auch durch soziokulturelle Informationen und Zusammenhänge. Spätestens mit dem soziologischen Aspekt mentaler Karten können wir die Begrifflichkeit und Erforschung nicht mehr trennscharf einzelnen Gebieten zuordnen. Stattdessen muss vielmehr von einem transdisziplinären Konzept der mentalen Karte ausgegangen werden – freilich in dem Bewusstsein, dass in jeder Kategorie mentale Karten mit anderen Schwerpunkten betrachtet und erforscht werden.<sup>37</sup> Was aber gleich bleibt, ist der Fokus auf eine visuelle Repräsentation des Wahrgenommenen.<sup>38</sup>

Roger Hart und Gary T. Moore lieferten 1973 eine fünfstufige Übersicht über die verschiedenen Ebenen der parallelaufenden Raumwahrnehmungs-Entwicklung<sup>39</sup> die von Günzel folgendermaßen zusammengefasst wird:

- (1) »sensorimotor, preoperational, concrete operational, and formal operational« auf der Ebene der Bildung und Organisation räumlicher Vorstellungen;
- (2) »topological, projective, and euclidian« auf der Ebene räumlicher Relationen;
- (3) »enactive, iconic, and symbolic« auf der Repräsentationsebene;
- (4) »egocentric, fixed, and coordinated« als entwicklungsbedingte Abfolge räumlicher Referenzsysteme;

---

36 S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 245.

37 S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 246.

38 Mentale Karten müssen nicht visuell sein, sondern bestehen meist aus einer Mischung aus vielfältigen sensorischen Informationen. Der Fokus auf den visuellen Aspekt bedingt sich über die Dominanz des visuellen Sinns und der Linie als Kernstück der Arbeit.

39 Roger Hart/Gary T. Moore: »The Development of Spatial Cognition: A Review«, in: Roger M. Downs (Hg.), *Image and environment. Cognitive mapping and spatial behavior*, London, 1973, S. 246–288, hier S. 288.

(5) »route and survey« in Bezug auf topographische Repräsentationen.<sup>40</sup>

Die letzte Ebene ist für diese Arbeit von besonderer Bedeutung, da dies die Ebene darstellt, von der aus mentale Karten in Zeichnungen (Karten) übertragen werden bzw. in einen Dialog gehen. Natürlich wird klar, dass die darunterliegenden Ebenen Informationen ausbilden, die Einfluss auf eine Übertragung haben. Man kann davon ausgehen, dass die einzelnen Ebenen nicht separat voneinander zu sehen sind, sondern als Stufen eines aufbauenden Prozesses, bei dem keine Informationen verloren gehen, sondern diese immer weiter verfeinert, strukturiert und sortiert werden, es erst dann möglich ist, die Informationen zu übertragen. Zur Vereinheitlichung und zum klareren Verständnis wird hier anstatt der Bezeichnung der *route map* der Begriff der »Routenkarte« genutzt. Anstatt der *survey map* gilt der Begriff der »Raumkarte«.

### 3.1.2 Routen- und Raumkarten

Das Konzept einer Zweiteilung der topologischen Wahrnehmung ist schon wesentlich älter als Roger Hart und Gary T. Moores Definition um 1973. Im 16. Jahrhundert formulierte der florentinische Schriftsteller Anton Francesco Doni unbewusst dieses Konzept, indem er für die Neuorientierung in einer Stadt die Kombination aus zwei Strategien empfohl:

so riet er allen Neuankömmlingen in Florenz, sich von einem Einheimischen zunächst alle bekannten Plätze und dann die geheimen Orte der Stadt zeigen zu lassen. Nachdem der urbane Raum auf diese Weise durchquert wäre, sollte ein hohes Gebäude oder eine geographische Erhebung aufgesucht werden.<sup>41</sup>

Mit dem ersten Konzept wird eine mentale Karte aus der Ich-Perspektive gebildet, die dann mit dem zweiten Konzept um eine Karte aus der

---

40 S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 243.

41 S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 234.

Vogelperspektive ergänzt und zu einer sich gegenseitig beeinflussenden zweiteiligen Raum- und Orientierungswahrnehmung zusammengeführt wird. In der Kognitionsforschung wurden die Konzepte anfänglich als sich einander ablösend verstanden, wobei die Routenkarte der kindlichen Entwicklung zugeordnet wurde und im Zuge des Erwachsenwerdens zur Ausbildung der Raumkarte geführt habe.<sup>42</sup> Aktuell wird hingegen davon ausgegangen, dass diese Formen miteinander verknüpft vorkommen. Die Annahme Donis wurde wissenschaftlich belegt. Raum- und Routenwahrnehmung passiert nicht nacheinander und streng chronologisch aufeinander aufbaut, vielmehr beeinflussen sich beide Komponenten wechselseitig.<sup>43</sup> Dabei können wir nicht von einer gleichmäßigen Aufteilung der beiden Komponenten ausgehen, ihr Gewichtungsverhältnis ist für jeden Menschen womöglich unterschiedlich und formt dessen individuellen Orientierungssinn. Routenkarten werden als internalisierte Bewegungsvorstellungen durch geografische Raumsysteme verstanden, während Übersichtskarten den Raum durch die Entfernung und Relation des Raumes und seines Inhalts zueinander bestimmen.<sup>44</sup>

Diese Unterscheidung wird nicht nur über die Art und Weise seines Erwerbs festgeschrieben, sondern bildet sich auch in der Art und Weise seiner Externalisierung ab, was sich aus den Ergebnissen der Forschung ablesen lässt:

Bei der Karte, bei der eine Art Vogelperspektive eingenommen wurde, versprachlichten die Probanden, wo in der räumlichen Anordnung sich welche Zimmer befanden. Die auf Verben der Bewegung und Richtungsangaben basierende Route erfolgte im Gegensatz dazu aus der Feldperspektive und stellte eine Wegbeschreibung durch die Wohnräume dar.<sup>45</sup>

---

42 S. Günzel/F. Kümmelring, 2010, S. 243–244.

43 S. Günzel/F. Kümmelring, 2010, S. 243–244.

44 S. Günzel/F. Kümmelring, 2010, S. 243.

45 S. Günzel/F. Kümmelring, 2010, S. 244.

Während die Übersichtskarte hauptsächlich statisch und in Bezug auf die Anordnung und räumliche Abstände formuliert wird, ist es bei der Routenkarte immer wieder bemerkenswert, dass sowohl die Aufnahme (Information), Speicherung (Sortierung/Strukturierung), als auch Wiedergabe (Kommunikation) immer den Zeitaspekt miteinschließt. Dabei muss gesagt werden, dass natürlich auch Übersichtskarten wie auch jegliche Form der zeichnerischen Repräsentation nicht zeitlos sind.<sup>46</sup> So wie die zeichnerische Karte immer die semantischen Spuren ihres Entstehungskontextes in sich trägt, sind mentale Karten mit ihrem Entstehungskontext verhaftet und werden dazu durch die Interaktion immer wieder beeinflusst und verändert.<sup>47</sup> Der signifikante Unterschied zwischen Raumkarte und Übersichtskarte besteht darin, dass in der Route eine zeitliche Abfolge antizipiert wird. Die Interaktion mit der Routenkarte geschieht also in Form einer *echtzeitlichen* Interaktion. Dieser Punkt ist von großer Relevanz für die gesamte Arbeit und kann als weiterer Teil des argumentativen Fundaments angesehen werden.

### 3.1.3 Mentale Karten und digitale Karten

Mit dem Ziel dieser Analyse vor Augen ist es besonders interessant, dass die Kognitionsforschung maßgeblichen Einfluss auf die Entwicklung digitaler Informations- und Kommunikationstechnologien hatte und hat. Die Arbeiten der Pioniere dieser Entwicklung basieren auf dem Wissen und der Bedeutung von mentalen Karten. Die Erforschung räumlicher Datenverarbeitungssysteme wie der *Architecture Machine Group* mit ihrem Projekt der *Aspen Movie Map* oder anderer Projekte wie dem *Spatial Data Management System* des Massachusetts Institute of Technology (MIT) bilden das Fundament, auf dem viele moderne, digitale Systeme beruhen.<sup>48</sup>

Im Digitalen erfährt das Thema der mentalen Karten gegenwärtig eine Hochkonjunktur, gerade dort, wo es um räumliche Interaktion

---

46 U. Schneider: Die Macht der Karten, 2004, S. 23.

47 U. Schneider: Die Macht der Karten, 2004, S. 33.

48 S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 245.

geht. Da alle Teile der Interaktion, inklusive des Raums an sich, gestaltet werden können, ist es naheliegend, sich bei der generierten Wahrnehmung nach den Rezipienten auszurichten.<sup>49</sup> Es kann schon hier festgestellt werden, dass neue digitale Räume, besonders die unter Extended Reality zusammengefassten, nach dem Vorbild mentaler Karten gestaltet werden.

Genauso relevant ist die Frage, welche Auswirkung der Umgang mit digitalen Raumrepräsentationen auf die Bildung von mentalen Karten hat.<sup>50</sup> Trotz aller Bemühungen durch haptisches Feedback und bessere Bildschirme sind diese Räume nicht mit der Realität gleichzusetzen. Die Informationsdichte der virtuellen Welt bleibt weit hinter der realen Lebenswelt zurück. Gerade für den Gestaltungsprozess ist dies besonders relevant, da der Dialog zwischen Zeichnung und mentaler Karte die Grundlage für die Gestaltung bildet:

Wenn mentale Karten nicht nur auf direkter Erfahrung basieren, sondern auch auf Erzählungen, Karten, Bildern etc. bleibt zu klären, welche spezifischen, auch strukturellen Einflüsse die verschiedenen Medien und Zeichensysteme auf mentale Karten haben.<sup>51</sup>

Dieses Zitat steht im Zusammenhang zu dem Forschungsfeld der medialen (digitalen) Räume, das, hervorgerufen durch die rasanten technischen Entwicklungen, mittlerweile eine zentrale Rolle in der Kognitionsforschung einnimmt. Es lohnt sich daher, die aktuelle Entwicklung und Forschung gut im Blick zu behalten:

Mobilität und Raumbeziehung werden in mentalen Modellen und kognitiven Karten repräsentiert, die uns die raumbezogene Kommunikation und Orientierung erlauben.<sup>52</sup>

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass das Bild, das im Disegno von der geistigen Welt entwickelt wurde, erheblich an Komplexität gewonnen

---

49 S. Günzel/F. Kümmeling, 2010, S. 246.

50 S. Günzel/F. Kümmeling, 2010, S. 246.

51 S. Günzel/F. Kümmeling, 2010, S. 246.

52 U. Schneider: Die Macht der Karten, 2004, S. 19.

hat. Dies ist wichtig, um die Bedeutung der neuen gestalterischen Interaktion zu verstehen, die in Extended Reality möglich wird. Die mentalen Karten sind nicht nur eine Ebene, sondern ein komplexes System aus aufeinander aufbauenden Wahrnehmungs- und Erinnerungsformen. Dabei haben wir es mit zwei parallelaufenden und sich gegenseitig bedingenden Formen der mentalen Karte zu tun, der Routenkarte und der Raumkarte. Beide bauen jeweils auf die darunterliegenden Entwicklungsformen der mentalen Karten auf. Übersichtskarten ordnen die Wahrnehmung aus der Vogelperspektive nach Raumzusammenhängen, wie Abständen und Anordnungen des Raumes, der Räume und der darin enthaltenen Objekte zueinander. Routenkarten hingegen ordnen die Welt aus der Ich-Perspektive anhand einer imaginären Bewegung, die aus dieser Perspektive durchlaufen wird. Raumkarten geben also die Informationen über den Raum; Routenkarten geben die Information über räumliche Interaktion, Bewegung, Zeitlichkeit im Raum.

Die mentalen Karten und ihre Unterteilung bilden die Grundlage, auf der im Folgenden die Entwicklung der Kartierung betrachtet werden soll. Gerade weil es in dieser Arbeit um Verständnis von neuen Formen räumlicher Orientierung in virtuellen Welten geht, lohnt es sich, den Weg über die Abbildung des Raumes und der Bewegung darin zu gehen. Der Weg der Linie in der Gestaltung geht nicht primär über die Zeichnung. Sondern wird ausgehend von der mentalen Karte in die geografische Karte und von dort in den digitalen Raum gezogen.

### 3.2 Die Linie als Grundlage für den Weltentwurf

Um gestalten zu können, braucht es die Einigung auf ein Darstellungssystem, in das sich die mentalen Karten von Ideen und Konzepten zeichnerisch übertragen und kommunizieren lassen. Mit dem Disegno haben wir für diesen Zweck die geometrische Zeichnung mit den unterschiedlichen Projektionsformen der angewandten Geometrie definiert, jedoch ohne die Verbindung zur mentalen Karte zu schlagen. Dies soll im Folgenden geschehen. Zuerst werden die geometrischen Grundlagen erklärt, um die Wissensbasis für die weitere Diskussion zu bilden

und aufzuzeigen, wie mit der Geometrie die Welt der Linie aufgezogen wird (vgl. Kapitel 3.2.1). In Kapitel 3.2.1.1 wird mit der Euklidischen Geometrie der Raum der Linie definiert. In Abschnitt 3.2.1.2 erfolgt sodann über die Analytische Geometrie die Erläuterung und Genese der Navigation für diesen Raum. Mit Kapitel 3.2.1.3 wird das System schließlich mit der Darstellenden Geometrie auf die Zeichnung heruntergebrochen.

Mit dieser dreiteiligen Untermauerung ist es dann möglich, das Sichtfeld von der Zeichnung auf die Karte zu erweitern und von dort die Verbindung zur mentalen Karte zu schlagen. Mit der Betrachtung der technischen Zeichnung ist über die geometrischen Grundlagen leicht zu erkennen, dass dort ein Schulterschluss zur Karte besteht. Neben der Nähe zur Zeichnung bedingt sich die Wahl der Karte als Fundament außerdem durch den etymologischen Teil dieser Arbeit. Durch die Verbindung zur Etymologie entsteht ein Gesamtbild, in dem die grundlegenden Zusammenhänge besonders deutlich hervortreten. Im Rückblick auf die etymologische Herleitung der Linie waren die hervortretenden Kontexte immer wieder solche der Strukturierung, Grenzen und Orientierung. All diese können wir bei dem Umgang mit der Linie in der Kartierung wiederfinden. Das Spektrum der Erscheinungsformen ist wie schon zuvor bei der Linie breit aufgefächert. Auch die anderen Themenbereiche der Wortbedeutung der Linie finden sich in der Erstellung der Karten wieder, wie etwa die Lotschnur und der gesamte Themenkomplex der Vermessung.

Karten sind ebenso zwischen Konzept und Lebenswelt zu verorten wie die Zeichnung und stehen durch diese Wesensverwandtschaft in direkter Verbindung zum *Disegno*. Daher werden im ersten Abschnitt der Herleitung zuerst die geometrischen Grundlagen der Linie in ihren Darstellungsformen geklärt, bevor darauf aufbauend über die Karte die Linienwelt hergeleitet werden kann.

Die Betrachtung der Karte als eines jener Objekte zwischen Konzept und Lebenswelt verleiht der Karte eine Sonderstellung. Sie schafft Verbindung, und Verbindlichkeiten, zwischen den Sphären. Dabei vergrößert sich nicht nur das Feld in Richtung der mentalen Karte, sondern die geometrische Zeichnung stellt sich als Teilstück eines geometrischen Weltverständnisses heraus. In Bezug auf die mentale Karte erweitert

sich der geometrische Entwurf zu einem auf Linien basierenden Weltentwurfsgedanken und schafft die Voraussetzung für das Konzept einer Linienwelt. Die Herleitung dieser These erfolgt in zwei Schritten:

Im ersten Schritt wird gezeigt, wie sich die Form visueller Darstellungen von Raumwahrnehmung von einem individuellen, den mentalen Karten ähnlichen, zu einem einheitlichen, auf geometrischer Vermessung basierenden, System wandelt. Gemeint ist die graduelle Ausbreitung des geografischen Weltverständnisses, das andere, wie etwa die heilsgeschichtlichen, Darstellungsweisen ablöst. Dies geschieht mittels einer Gegenüberstellung der geografischen Karte mit Ihren Vorläufern. Mit der *mappa mundi* als neuem Gegenüber wird ersichtlich, dass nicht nur ein System ein anderes ablöst, sondern dass eine neue Wahrnehmung der Welt entsteht.

Im zweiten Schritt wird darauf aufbauend hergeleitet, wie durch diesen Paradigmenwechsel eine auf Linien basierende Metaebene über die Welt gelegt wird. Die Bedeutung und Relevanz der Metaebene wird anhand der historischen Entwicklung von Kartenrezeption und -interaktion herausgearbeitet. Dabei wird erkennbar, wie die Karte durch die Vermessung der Erde zuerst zu einem Medium der Dokumentation und Abbildung wird, in dem Sinne, dass die Karte zu unserem Verständnis davon wird, wie wir die Welt begreifen und uns in ihr verorten. Am Beispiel der Nationalisierungsprozesse und der Kolonialisierungsbestrebungen erweitert sich dieses Verständnis von einer Dokumentation zu einer Interaktionsebene. Indem in diesem Kontext begonnen wird, Grenzen nicht mehr durch physisch reale Grenzmauern und Schlagbäume zu ziehen, sondern durch Linien auf Karten, entsteht jene Metaebene, die dann die Basis für den Weltentwurfsgedanken bildet.

Abschließend geht es darum, zu klären, was den Gedanken des Weltentwurfs ausmacht und wie er das Potential der Linienwelt in sich trägt. Spricht man im Allgemeinen von Weltentwurf<sup>53</sup>, basiert er auf der Annahme, dass die Welt so stark vom Menschen beeinflusst ist,

---

53 Friedrich v. Borries: Weltentwerfen. Eine politische Designtheorie, Berlin, 2018, S. 119.

dass man von einer menschengemachten Welt reden kann.<sup>54</sup> Hier ist zu unterscheiden zwischen der zufälligen Beeinflussung des Menschen durch die ungeplante Interaktion mit der Welt und einer gestalterisch geplanten Handlung. Während Ersteres kein grundlegendes Konzept der Welt benötigt, ist Letzteres nur möglich, wenn die Welt als Ganzes konzeptionell erfasst werden kann. Den Ausgangspunkt dafür bildet, wie im vorherigen Kapitel hergeleitet, die geografische Karte. Durch sie reduziert sich das Verständnis der Welt auf Zeichen, Linien und Flächen, auf die Grundlagen eines Entwurfs – und zwar eines Entwurfs, in den sich alle anderen Entwürfe von Stadtplanung, Architektur und Design einordnen lassen und die ihn im Umkehrschluss mitdefinieren.

und man kann die Welt verstehen als Entwurf, als Entwurf, das heißt als Produkt einer Zivilisation, als eine von Menschen gemachte und organisierte Welt.<sup>55</sup>

Gemacht und organisiert durch die Kommunikation einer räumlichen Wahrnehmung der Welt durch Grenzen, Unterscheidungen, Unterschiede, die den Unterschied machen, Definitionen – und damit letztlich: durch Linien. Wieder geht es bei der Linie grundlegend um die Kommunikation einer Idee. Wurde im Disegno die Zeichnung noch im kleinen Rahmen genutzt, um einen Entwurf eines Gebäudes, eines Kunstwerks oder eines sonstigen Objektes mit Auftraggebern zu

---

54 An dieser Stelle müsste eine lange Diskussion und Würdigung der Frage stehen, inwiefern es richtig ist, von einem ›Anthropozän‹ mit Blick auf Evolution und kosmischer Geschichte zu sprechen. Da im vorliegenden Zusammenhang der Fokus auf gestalterischen Fragen liegt, soll diese Großdebatte hier nur fußnotentechnisch angesprochen und in ihren ideologischen sowie besonders umweltschutz-spezifischen Details nicht weiterverfolgt werden. Wichtige Beiträge dazu finden sich bei Paul J. Crutzen/Eugene F. Stoermer: The »›Anthropocene‹«, in: IGBP Global Change Newsletter. Nr. 41, Mai 2000, S. 17–18; Meera Subramanian: »Anthropocene now: influential panel votes to recognize Earth's new epoch«, in: Nature. Mai 2019; Jürgen Manemann: »Kritik des Anthropozäns. Plädoyer für eine neue Humanökologie«, Bielefeld, 2014

55 Otl Aicher: Die Welt als Entwurf, Berlin, 2015, S. 185.

kommunizieren,<sup>56</sup> so wird nun die Zeichnung einer Karte genutzt, um ein Konzept der Welt als Ganzes zu vermitteln und erwünschte oder vorläufig projizierte Veränderungen in dieses System einzuleuchten. Das Verständnis und die Wahrnehmung der Welt sind *selbst* zum Entwurf geworden. Das beschließt unsere Betrachtung des Wandels hin zu einem geometrischen Weltverständnis.

### 3.2.1 Die Linie in der Geometrie

Keine Arbeit über die Linie und Themen der Geografie kommt ohne die Geometrie aus – insbesondere, wenn es um eine Arbeit im Design geht. Dies wird deutlich, wenn man etwa an Vektoren, technische Zeichnungen, skalierte Abbildungen etc. denkt. Ein Großteil der Kommunikation und Entwurfsarbeit im Design basiert auf einem geometrischen Fundament,<sup>57</sup> von den ersten groben und rudimentären Skizzen auf der obligatorischen Serviette über Formstudien und Iterationen bis hin zu Computer Aided Design (CAD)-Entwürfen und Modellen.<sup>58</sup> Im Folgenden soll dieses Fundament inklusive seiner Genese dargestellt werden.

Als erstes sind nötige Spezifizierungen und Einschränkungen vorzunehmen, um das Gebiet der Geometrie greifbar zu machen. Die Geometrie wird in dieser Arbeit als eigenständige Wissenschaft angesehen. Entgegen der Ansicht, sie als Teilbereich der Mathematik anzusehen, wird die Geometrie aufgrund ihrer großen Bandbreite an Unter- und Einsatzgebieten separat betrachtet werden.<sup>59</sup>

---

56 H. Hirdina: »Design«, in: Barck, K., Fontius, M., Schlenstedt, D., Steinwachs, B., Wolfzettel, F. (eds) Ästhetische Grundbegriffe, Stuttgart, 2001, S. 41–64, hier S. 42.

57 Mit dem Fokus dieser Arbeit auf die Linie, werden an dieser Stelle Bereiche des Entwurfsprozesses, wie Farbstudien, Materialstudien etc. absichtlich ausgelassen.

58 Georg Glaeser: Geometrie und ihre Anwendungen in Kunst, Natur und Technik, Berlin, 2014, S. VI.

59 G. Gläser, 2014, S. V.

Die Ausarbeitung der geometrischen Linie gliedert sich in drei Teile. Wie schon in vorherigen Kapiteln wird auch hier auf eine historisch-genetische Methode gesetzt, um einer diffusen historischen Aufzählung von Daten aus dem Weg zu gehen und stattdessen der präzisen punktuellen Verknüpfung wichtiger Entwicklungspunkte den Vorzug zu geben. Das Augenmerk liegt dabei auf dem Ursprung der Linie und der Entwicklung durch Habitualisierung und Abstrahierung, sowie auf den prägenden Einflüssen, die zu dem heutigen Anwendungsspektrum geführt haben.

Im ersten Abschnitt wird mit Euklid die räumliche Grundlage der Geometrie geschaffen. Dies wird im zweiten Abschnitt ergänzt um das Navigationssystem der analytischen Geometrie. Den Hauptteil bildet eine Betrachtung der Geometrie in der Renaissance, wo das Fundament der Geometrie für das Design verortet wird und die Ableitung der unterschiedlichen Darstellungsmethoden. Es geht darum, einen (horizontalen) Überblick über die im Design relevanten Linienezeichnungen und ihrer Vor- und Nachteile für den Gestaltungs- und Entwurfsprozess zu geben. Dabei liegt der Fokus auf den unterschiedlichen Methoden der Entwurfsdarstellung zur Kommunikation, speziell auf Darstellungen oder Projektionen von dreidimensionalen Objekten auf zweidimensionalen Flächen wie Skizzen oder (Konstruktions-)Zeichnungen. Betrachtet wird insbesondere, an welchen Stellen technisches Wissen im Zeitalter des CAD übertragbar bleibt und an welchen Stellen es zu Problemen kommt bzw. manche Anwendungsbereiche im Digitalen überflüssig geworden sind. Von Interesse sind die Weiterentwicklungen geometrischer Werkzeuge im Digitalen, wie Bezier- und NURBS-Kurven, die auf die kreative Entwurfsarbeit, mit Freiformflächen abzielen.<sup>60</sup>

Wie soeben dargelegt, wird mit den Grundlagen begonnen. Die Informationen über die Linie in der Geometrie reichen von den ersten Begegnungspunkten bis hin zu den aktuellen Einflüssen der Geometrie auf die Gestaltung im digitalen Raum und dessen Grundlagen in der Geometrie. Dabei wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Es ist

---

60 G. Gläser, 2014, S. 276.

zu beachten, dass die Geometrie viele Schnittstellen zu technischen und gestalterischen Bereichen hat wie Maschinenbau, Architektur, Bauingenieurwesen, bildenden Künste, Design, Physik, Astronomie, Geografie und weiteren.

Naturgemäß gibt es eine Vielzahl von Querverbindungen der Geometrie zu technischen Wissensgebieten. Mit dem Fokus auf geografische Darstellungssysteme kann sich die folgende Betrachtung ausschließlich auf Bereiche angewandter Mathematik und darstellender Geometrie zu beschränken.

Die Ursprünge der Linie und die Ursprünge der für die Linie relevanten Geometrie können auf denselben Punkt zurückgeführt werden. Diese wurden im Kapitel der phänomenologischen Archäologie schon mit dem Fokus auf die Genese der Linie aus der Lebenswelt beschrieben und endeten mit dem Verweis auf die Habitualisierung der Linie (vgl. Kapitel 2.1.2). Mit der Betrachtung der Geometrie kann genau an dieser Stelle angeknüpft werden, um von dort aus weiterzugehen, denn der Weg der Habitualisierung der Linie kann auch als der Entwicklungsweg der darstellenden Geometrie betrachtet werden.

Die Linie und ihre geometrische Anwendung entsteht, wie schon zuvor besprochen, aus dem Ackerbau, Hausbau und der benötigten Feldvermessung, wo sie vermutlich zuerst unbewusst eingesetzt wurde (vgl. Kapitel 2.1.2).<sup>61</sup> Mit den ersten bewussten Überlegungen verbreitet sie sich jedoch von dort ausgehend in alle Lebensbereiche als Messwerkzeug und Abgrenzungselement. Dieser Punkt kann in seiner Bedeutung für die vorliegende Arbeit nicht oft genug hervorgehoben werden. Zusammen mit dem Zählen ist die planerische Vermessung und Konstruktion hier eine erste, wenn auch zunächst noch rudimentäre mathematisch grundierte Interaktion und der Beginn einer »Wissenschaft«, die später die Mathematik und Geometrie werden wird.<sup>62</sup> Anfänglich ist die Geometrie darauf beschränkt, ein »unent-

---

61 Christoph J. Scriba/Peter Schreiber: 5000 Jahre Geometrie. Geschichte, Kulturen, Menschen, Berlin, Heidelberg, 2010, S. 7.

62 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. V.

behrliches Hilfsmittel bei Hausbau und Feldmessung<sup>63</sup> zu sein. Dieser Horizont erweitert sich schnell mit steigender Abstraktion, weg von der direkten Anwendung hin zu der Formulierung von Ideen. Geometrie bzw. ihre stetige Weiterentwicklung durch die Jahrhunderte schafft nach und nach die Vorbedingungen für den modernen Designprozess und der darin verwendeten Medien. Wichtig zu vermerken ist, dass die heutige Geometrie, einschließlich ihrer strengen Beweise, auf die großen Denker der griechischen Antike zurückgeht, darunter innerhalb der griechischen Geometrie zuvorderst auf Euklid.

### 3.2.1.1 Euklidische Geometrie

Der euklidische Raum ist der Raum, der einem lebensweltlichen Umfeld der Linie wohl am nächsten kommt. Er bildet sozusagen die natürliche Vorbedingung für den Umgang mit der Linie. Um die Bedeutung von Euklid zu verstehen, ist es nötig, einige allgemeinere Hintergrundinformationen beizutragen. Euklid lebte und lehrte 300 v. Chr. in Alexandria. »Euklids Hauptwerk, die ›Elemente‹, ist der älteste größere mathematische Text, der aus der griechischen Antike überliefert wurde.«<sup>64</sup> In den 13 Kapiteln oder auch »Bücher« genannten Abschnitten der *Elemente* fasst Euklid das Wissen seiner Zeit über die verschiedenen Aspekte der Mathematik und insbesondere der Geometrie zusammen. Euklid nutzte wohl Quellen, zu denen auch die Pythagoräer und Platon zählen,<sup>65</sup> ebenso wie Aristoteles, bei dem Euklid methodische Anleihen nimmt.<sup>66</sup> Euklid ist bis heute derart relevant für die Mathematik, dass sein Name teilweise wie ein Synonym für Geometrie und Mathematik verwendet wird, darunter etwa: euklidischer Raum, euklidische Geometrie, euklidische Metrik, euklidischer Ring. Seine Bedeutung ist somit immer noch ungebrochen hoch.<sup>67</sup>

---

63 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. V.

64 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 49.

65 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 50.

66 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 51.

67 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 49.

An diesem Punkt wird der Fokus zunächst auf den Raumbegriff gelegt. Grundlegend für die Konstruktion von Raum sind zwei Grundbegriffe, »nämlich ›Punkte‹ und ›Geraden‹, in Beziehung werden sie gesetzt durch Wörter wie ›liegen‹, ›zwischen‹, ›kongruent‹.«<sup>68</sup> Punkt und Gerade, Letztere auch Linie genannt, werden allgemein folgendermaßen definiert:

Def. I,1: Ein Punkt ist, was keine Teile hat.

Def. I,2: Eine Linie [ist eine] breitenlose Länge.<sup>69</sup>

Die Grundbegriffe und die Worte, die sie in Beziehung setzen, werden ergänzt durch Axiome. Axiome sind Grundregeln, die den Bezug zwischen Begriffen und Wörtern herstellen, so dass sich daraus nicht mehr weiter begründbare Grundsätze ergeben, aus denen selbst anschließend abgeleitet werden kann. Kernidee der Logik, Mathematik und der Geometrie ist, dass nur aus bekannten wahren Aussagen neue wahre Aussagen hergeleitet werden dürfen. Ganz am Anfang dieser Kette aus logischen Schlüssen müssen einige Grundannahmen stehen, die einfach als wahr vorausgesetzt werden, ohne beweisbar zu sein. Diese Grundannahmen heißen Axiome und sind gewissermaßen die Grundpfeiler jeder mathematischen Theorie. Die griechischen Logiker sind damals von Erkenntnissen ausgegangen, die für sie *offensichtlich* waren, die also nicht weiter begründet werden mussten. Ein Axiom von Euklid ist etwa *Wenn A gleich B ist, und B gleich C, dann ist auch A gleich C* (sog. Transitivitätsgesetz). Ein wichtiges (und sehr einschränkendes!) Axiom der Logik ist beispielsweise *Tertium non datur*, was besagt, dass eine Aussage entweder wahr, oder falsch sein muss, eine dritte Option existiert nicht.

Dann stellte er sogenannte Axiome der Geometrie auf, also sinnvolle, unmittelbar einsichtige und einander nicht widersprechende Regeln, die man definiert und nicht mehr beweisen kann, z.B.: »zu zwei Punkten gibt es genau eine Gerade, auf der sie liegen, [...]«<sup>70</sup>

68 G. Glaeser, 2014, S. 22.

69 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 51.

70 G. Glaeser, 2014, S. 22.

Alle Objekte und Formen der Geometrie müssen auf die Grundbegriffe und Axiome rückführbar sein.<sup>71</sup> Der Vollständigkeit halber kann vermerkt werden, dass es natürlich auch nichteuklidische Geometrie gibt, die nach anderen Regeln funktioniert, sich jedoch hauptsächlich darin unterscheiden, dass für sie ein euklidisches Axiome nicht gilt. Dabei handelt es sich insbesondere um das Parallelenaxiom, das besagt, dass: »durch einen Punkt außerhalb einer gegebenen Geraden nur eine Parallele zu ihr gezogen werden kann.«<sup>72</sup>

Da sich die nichteuklidischen Geometrien meist nur durch das Weglassen des Parallelenaxioms unterscheiden, ist die Linie in allen immer noch gleich definiert, weswegen es im vorliegenden Zusammenhang ausreicht, nur den euklidischen Raum für die geometrische Linie zu betrachten.

Ursprünglich war der euklidische Raum dazu gedacht, unseren physischen Raum abzubilden und wissenschaftlich rekonstruierbar zu machen.<sup>73</sup> Im Zuge dessen wurde er zur Basis metrischer Raumsysteme und hat heute immer noch Relevanz für die darstellende Geometrie und Räume in Computersimulationen wie Grafiken, Visualisierungen, 3D-Modellen und ähnliches mehr. Zwischen dem euklidischen Raum und dem heutigen Raum mit den x-, y-, z-Achsen und den dazugehörigen Koordinaten (Px,Py,Pz) sind noch einige Entwicklungslücken. Diese Entwicklung wäre jedoch nicht möglich ohne die Grundlegung von Euklid, womit seine Arbeit Teile des Fundaments bildet, das für die Interaktion mit der geometrischen Linie notwendig ist.

---

71 G. Glaeser, 2014, S. 22.

72 G. Glaeser, 2014, S. 22.

73 Es ist wichtig anzumerken, dass die euklidische Geometrie die Ausgangsbasis für die Weltvermessung darstellt, jedoch die Oberfläche einer Kugel – also die Weltvermessung! – eine nicht-euklidische Geometrie hervorbringt. Das ist offensichtlich, wenn man sich klarmacht, dass z.B. Nairobi, Singapur und der Nordpol auf der Erdoberfläche (ungefähr) ein Dreieck mit drei rechten Winkeln bilden, was es in euklidischer Geometrie niemals geben kann.

### 3.2.1.2 Analytische Geometrie

Die analytische Geometrie, die ihre Objekte durch Koordinaten und Gleichungen ausdrückt, war ein Durchbruch des 17. Jahrhunderts zu einer neuen mathematischen Geometrie, die über die Antike hinaus ging.<sup>74</sup>

Der zuvor beschriebene *euklidische Raum* gibt der Linie einen Rahmen. Es fehlen jedoch die Möglichkeiten zur Orientierung, Übertragung, zur konstruktiven Definition der Linie, es fehlt ein methodischer Umgang mit Koordinaten. Dieser wird, wie so viele andere Grundlagen für die Linie, durch die geometrischen und mathematischen Entwicklungen und Durchbrüche in der Renaissance angestoßen.<sup>75</sup> Genauer braucht es eine Verbindung von Algebra und Geometrie, die wir heute als *analytische Geometrie* kennen. Sie soll im Kontext eines kurzen Umrisses der Entstehungsgeschichte dargestellt werden, wobei der Fokus auf der Urstiftung der analytischen Geometrie durch die Schriften von René Descartes (1596–1650)<sup>76</sup> und Pierre de Fermat (1607–1665) liegen wird. Der anschließende Ausblick soll aufzeigen, wie weit dieses Konzept das Design grundlegend geprägt hat und auch die zukünftige Entwicklung der Entwurfsarbeit, insbesondere im virtuellen Raum, prägen wird.

René Descartes war ein französischer Philosoph, Mathematiker und Naturwissenschaftler, der als Begründer des modernen Rationalismus gilt und dafür bekannt ist, das Fundament für die analytische Geometrie geschaffen zu haben. Die Mathematik ist prägend für seine philosophischen Schriften ebenso wie für verschiedene Stadien seiner intellektuellen Entwicklung.<sup>77</sup> Der Ursprung der analytischen Geome-

---

74 Nasim Krauthausen: »Interview mit Moritz Epple. Zur Notation topologischer Objekte«, in: Karin Krauthausen/Omar W. Nasim (Hg.): *Notieren, Skizzieren. Schreiben und Zeichnen als Verfahren des Entwurfs*, Zürich, 2010, S. 119–138, hier S. 123.

75 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 326–327.

76 Sabine Mainberger/Esther Ramharter: *Linienwissen und Liniendenken*, Berlin, Boston, 2017, S. 64.

77 S. Mainberger/E. Ramharter, 2017, S. 64.

trie wird mit der Veröffentlichung von Descartes Schrift *La Géométrie* um 1637 datiert. Descartes als den alleinigen Schöpfer der analytischen Geometrie zu sehen, greift allerdings zu kurz. Zur selben Zeit und unabhängig von Descartes ist auch Pierre de Fermat auf ähnliche Gedanken gekommen.<sup>78</sup> Erst das Wissen von beiden zusammen hat die Neuausrichtung der Geometrie möglich gemacht. Bemerkenswert ist, dass die Erkenntnisse beider Denker zwar argumentativ sehr gut ineinandergreifen, sich jedoch wenige Überlappungen finden lassen. Fermats Beiträge sind präziser als die von Descartes und befassen sich unter anderem mit der Verknüpfung mathematischer Variablen mit den Koordinaten eines variablen Punktes im Raum.<sup>79</sup> Descartes Beiträge sind weit diffuser und weniger klar zu definieren, da seine Schriften eine Vielzahl von Bereichen anschneiden und mannigfache Ansätze liefern, von denen jedoch nicht unbedingt jeder komplett ausgearbeitet wurde.

Diese Schnittstellen und Inspirationen sind allerdings in ihrer Weiterentwicklung u.a. durch Newton ausschlaggebend für die Genese der analytischen Methode. Dies ist vermutlich der Grund, warum das kartesische Koordinatensystem nicht Fermats, sondern den Namen Descartes trägt (kartesisch bedeutet so viel wie *von Cartesius*, dem lateinischen Namen von Descartes, *eingeführt*). Wenn davon gesprochen wird, dass Descartes und Fermat die analytische Geometrie entwickelt haben, heißt dies, dass mit ihrem zusammengetragenen Wissen der Durchbruch möglich wurde. Dabei steht ihre Forschung auf einem Fundament von mathematischem und geometrischem Wissen, das sich bis zu dieser Zeit entwickelt hat. Das Wissen, Geometrie und Algebra in Kombination oder aufeinander aufbauend zu nutzen, war bereits Allgemeinwissen für die Mathematiker zu Zeiten der Renaissance gewesen.<sup>80</sup> Das Konzept, geometrische Größen durch Zahlen zu repräsentieren, ist sogar älter als die griechische Geometrie, auf der Descartes und

---

78 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 324.

79 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 328.

80 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 327.

Fermat aufbauen. So waren die grundlegenden Gedanken schon vorhanden, jedoch erst die Kombination und das Zusammentragen der verschiedenen Ideen machte die Neuentwicklung möglich.<sup>81</sup>

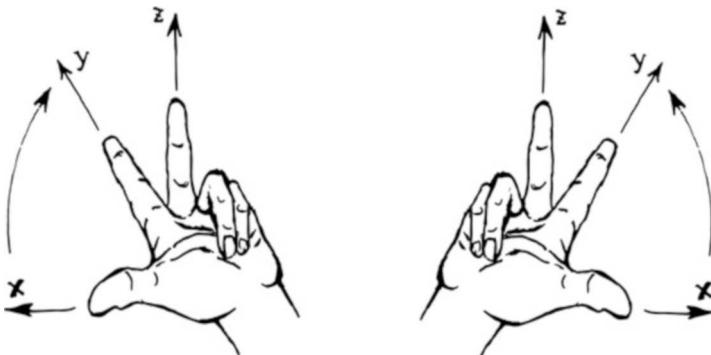
Den Kern der analytischen Geometrie bildet das kartesische Koordinatensystem als dasjenige, das sich durch seine Praktikabilität und als Bestandteil der analytischen Geometrie durchgesetzt hat. Das, was Descartes und Fermat entwickelt haben, ist aber nicht nur ein Koordinatensystem, sondern eine grundlegende Methode, bei der es für jede Zahl oder Unbekannte in einer algebraischen Formel eine Entsprechung im geometrischen Raum gibt – eine Koordinate. Der Umgang mit Koordinaten ist etwa mit der Verbreitung moderner Navigationssysteme allgegenwärtig geworden. Für die Zwecke dieser Arbeit genügt eine kurze Zusammenfassung des Themas. Für die Koordinatenbildung verbindet Fermat mathematische Variablen mit Punkten im Raum. Die Punkte definieren sich über ihren Bezug zu den Achsen eines Koordinatensystems. Im kartesischen System stehen diese Linien orthogonal, sprich rechtwinklig zueinander. Hier wird dann von einem rechtshändigen (im Gegensatz zu einem linkshändigen) Koordinatensystem gesprochen. Das System wird rechtshändig benannt, durch die Benennung der Achsen im oder gegen den Uhrzeigersinn. Es gibt auch eine Handskizze, die dies einfach veranschaulicht (vgl. Abb. 1).

Die in Abbildung. 1 dargestellte Skizze zeigt auch die Orthogonalität des Systems, also dass die Achsen im rechten Winkel aufeinandertreffen. Gerade diese Neuerungen und Festlegungen sind heutzutage zur Norm geworden und haben nichtorthogonale Systeme verdrängt. In dem beschriebenen System gibt es also drei Achsen, drei Vektoren (abstrakte Linien), die den Raum einteilen. Sie werden traditionell durch Buchstaben repräsentiert. Eine Koordinate ist die Distanz zwischen dem Nullpunkt und dem Ort auf der Achse, an dem eine Linie durch den Punkt rechtwinklig auf die Achse treffen würde. Eine abstrakte Position im Dreidimensionalen hat dann die Koordinaten (x,y,z).

---

81 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 327.

Abbildung 1: Recht- und linkshändiges Koordinatensystem



Mit der erwähnten Komponente von Variablen aus der Algebra können nicht nur einfache Punkte definiert werden, sondern auch maximal komplexe Formen, Strukturen und Gebilde. Damit ist es möglich, jegliche algebraische Formel in geometrische Figuren und Linien zu übersetzen. Dasselbe gilt natürlich auch umgekehrt. Die Linie erhält die Fähigkeit, ein abstraktes Feld wie die Mathematik in eine visuelle Darstellung räumlicher Ausdehnung zu übertragen – von einem komplexen zu einem der niederkomplexesten und zugänglichsten Modelle.<sup>82</sup> Jede Linie kann somit mathematisch beschrieben werden und andersherum. Pragmatisch formuliert, kann alles, was vermessen werden kann, auch geometrisch dargestellt werden.<sup>83</sup> »Insbesondere mit der Erfindung der analytischen Geometrie rückt die Linie in den Rang eines wissenschaftlichen Grundbegriffes auf.<sup>84</sup>

Wir sehen, wie fundamental wichtig die Entwicklung der analytischen Geometrie für die Linie ist. Durch Descartes erhält die Linie Einzug in jede Form der datengetriebenen Wissenschaft. Die Linie, als zentrales Element der analytischen Geometrie, wird das fundamentale Ele-

82 S. Mainberger/E. Ramharter, 2017, S. 40–41.

83 S. Mainberger/E. Ramharter, 2017, S. 40–41.

84 S. Mainberger/E. Ramharter, 2017, S. 40–41., S. 64.

ment für die Vermittlung und Veranschaulichung von komplexen Daten und Zusammenhängen. Dies ist die Voraussetzung für jegliche visuelle Datenaufbereitung, mit der wir heutzutage zu tun haben. Vektoren und Funktionen, die sich grafisch abbilden lassen, um das Verständnis von komplexen Daten zu ermöglichen, sind so habitualisiert, dass wir sie kaum noch bewusst bemerken.<sup>85</sup>

Für das Design ist jedoch die Gegenrichtung dieser Entwicklung ausschlaggebend. Was in die eine Richtung übersetzt werden kann, geht ebenso in die andere Richtung. So ist alles, was wir aus unseren Gedanken in die Linien und in die Geometrie übertragen können, egal wie komplex es ist, mathematisch erfassbar und als Modell in die Realität übertragbar. Damit ist das Fundament für das Design geschaffen, jegliche Art von Entwurf in ein Modell oder einen Prototyp übertragen zu können. Es wird die Möglichkeit erzeugt, selbst abstrakte Gedanken und Formen mit der Linie darzustellen und dazu im geometrischen Raum realitätsbezogen entwerferisch zu arbeiten.

Descartes und Fermat haben das Fundament gelegt, auf dem es nun möglich ist, mit der Linie Neues zu schaffen, abzubilden und in die Realität zu übertragen. Ohne die analytische Geometrie wäre jegliche Form der digitalen Visualisierung und Gestaltung unmöglich. Wie sonst sollte Programmcode in Oberflächengestaltung von Websites, Betriebssystemen von Handys und Computern oder sämtlichen anderen virtuellen Räumen möglich sein? Ohne das kartesische Koordinatensystem wäre die Darstellung von virtuellen Räumen, ob am Bildschirm oder über Virtual Reality, Augmented Reality oder Mixed Reality nicht möglich.

Mit der analytischen Geometrie ist die Linie das Kommunikationswerkzeug geworden, das die digitale Welt grundlegend definiert. Das Design basiert in den verschiedensten Bereichen auf der Geometrie, ermöglicht durch die Koordinatenmethode. Manche Bereiche des Designs bedienen sich stärker der Mathematik als andere, zum Beispiel um durch Formeln und Programmierungen iterative Formgenerierung zu betreiben, die in ihrer Komplexität nur durch die Verschmelzung von Mathematik und Design möglich ist. Die ganze Bandbreite des

---

85 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 324.

*parametrischen Designs* zu beleuchten ist für diese Arbeit nicht nötig, da der Fokus nicht auf dem Gestaltungsprozess, sondern auf dem Gestaltungsraum an sich liegt.

An der zuvor dargelegten Entwicklung der analytischen Geometrie lässt sich eine generelle und weitgreifende kulturelle Veränderung ablesen. Die Möglichkeit, alles Vermessbare darstellen und begreifen zu können, ist Teil eines neuen Weltverständnisses, das in der Renaissance seinen Ausgangspunkt nimmt. Das Konzept eines Weltentwurfs und der zugrunde liegende Gedanke werden im Folgenden am Beispiel der Kartierung und ihrer Bedeutung für die Linie ausgearbeitet.

### 3.2.1.3 Darstellende Geometrie

Zeichnerische Projektionen bilden die Grundlage der visuellen Kommunikation zwischen mentalen Karten und der Lebenswelt. Dies gilt insbesondere für die Gestaltung im virtuellen Raum. Die Gestaltung im virtuellen Raum erfährt einen Paradigmenwechsel, der sich in einem völlig neuen Zugang zu den Projektionsformen darstellt. Um die Bedeutung dessen zu verstehen, werden in diesem Kapitel die bisherigen Projektionsformen der Gestaltung betrachtet.

Inhalt dieses Kapitels ist es, aufzuzeigen, dass und warum es bisher unmöglich war, mit einer Darstellungsform gleichzeitig die Schnittstellen zu Raum- und Routenkarten zu ermöglichen, obwohl dies für die Gestaltung im Raum unerlässlich ist. Darauf aufbauend wird gezeigt, dass die bisherige Lösung die Kombinationen von Projektionen war, die jeweils die eine oder andere mentale Karte angesprochen haben und erst im Zusammenspiel eine Gesamtwahrnehmung möglich machten. Abschließend sollen diese Projektionsformen in Hinblick auf ihre Schnittstellen zu Routenkarten oder Raumkarten zugeordnet werden. Genauer geht es also um die Unterscheidung zwischen der Abbildung einerseits und der Kommunikation von mentalen Routen und Raumkarten andererseits. Ziel ist es, perspektivische Projektionen als statische Darstellungen von Routenkarten auszuweisen und demgegenüber Anichts- oder Rissprojektionen den Raumkarten zuzuordnen. Neben einem rudimentären Verständnis der jeweiligen Technik liegt der Fokus

auf der Ausarbeitung der Unterschiede in der Art der dargestellten Raumwahrnehmung.

Die Basis für die Auseinandersetzung bilden Grundlagenwerke der Geometrie, designspezifische Literatur<sup>86</sup> und anwendungsorientierte Zusammenfassungen der Anwendungsgebiete.<sup>87</sup> Die Auswahl wurde bedingt durch einen Fokus auf das konstruktive und kommunikative Element der Linie als Schnittstelle zwischen mentalen Karten, Linienwelt und Lebenswelt. Mit dem Blick auf die Vielzahl der Darstellungsmethoden im Design mag die Auswahl der zu betrachten Projektionsformen unübersichtlich erscheinen. Der Eindruck täuscht jedoch, denn auch wenn die Anzahl der Entwurfs- und Darstellungsmethoden stetig wächst, lassen sich die verwendeten Darstellungstechniken auf die grundlegenden Projektionsformen und Liniensysteme der darstellenden Geometrie herunterbrechen. Für die jeweiligen Gestaltungsmedien verändert sich dabei lediglich das Zusammenspiel der verschiedenen Projektionsarten und deren Relation zueinander.

Die darstellende Geometrie baut auf dem gleichen Fundament auf wie die analytische Geometrie und nutzt das Wissen über den methodischen Umgang mit einer rudimentären Form der Koordinatenmethode, um dreidimensionale, räumliche Objekte mithilfe von Projektionen auf einer Bildebene darzustellen:

Es geht nicht nur um die ebene Abbildung räumlicher Objekte, sondern darum, ein zweidimensionales *Modell* des dreidimensionalen Raumes zu schaffen, in dem Aufgaben, die sich eigentlich auf den Raum beziehen, ersatzweise an den ebenen Repräsentanten gelöst werden.<sup>88</sup>

Damit rückt die darstellende Geometrie in die methodische Nähe der analytischen Geometrie. Beide Methoden zielen darauf ab, mithilfe lini-

---

86 Eberhard Holder: Design. Darstellungstechniken. Ein Handbuch Studienausgabe, Augsburg, 1994.

87 G. Glaeser, 2014

88 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 361. (Hervorhebung in der Vorlage)

enbasierter Darstellungen das Wissen über räumliche Probleme zu rationalisieren und begreifbar zu machen.<sup>89</sup>

Daraus hervorgehend werden in diesem Kapitel drei Projektionsformen einzeln betrachtet: die perspektivische Darstellung, die axonometrische Darstellung und die Ansichtsdarstellung.<sup>90</sup> Hierbei kann die axonometrische Darstellung als ein Hybrid zwischen den beiden anderen angesehen werden und steht in dieser Form für eine ganze Gruppe an Projektionsformen, die vermittelnd zwischen den beiden Extremen zu sehen sind.

1. Die perspektivische Darstellung bezieht sich auf den *Betrachter*. In der Perspektive wird das dargestellt, was man vom Gegenstand *sieht*.
2. Die axonometrische Darstellung bezieht sich auf den *Gegenstand*. In der Axonometrie wird das dargestellt, was man vom Gegenstand *weiß*.
3. Die Ansichts-Darstellung bezieht sich auf den *Gegenstand*. Sie stellt dar, was man von den *einzelnen Seiten* des Gegenstandes *weiß*.<sup>91</sup>

Die Betrachtung der einzelnen Projektionsformen gliedert sich in eine grundlegende Erklärung, die jeweils durch eine historische Herleitung und eine mathematische Definition der Konstruktionsform vertieft wird. Das mathematische (menschliche) Wissen zur Erstellung von Projektionsformen ist mittlerweile für den Entwurfsprozess hinfällig geworden. Die Aufgabe der Konstruktion hat mittlerweile das CAD übernommen. Das konstruktive Wissen ist jedoch nach wie vor wichtig für das Verständnis neuer Technologien und Anwendungen.<sup>92</sup> Im vorliegenden Fall ist es außerdem wichtig, um den Entwicklungsschritt von analoger und digitaler Gestaltung zu virtueller Gestaltung zu verstehen.

Vor der Betrachtung der Unterschiede zwischen den Projektionsformen ist es sinnvoll, zu erläutern, warum eine Mehrzahl von geometrischen Darstellungsformen für die Gestaltung nötig ist. Die unterschiedlichen Projektionsformen und ihre Vielzahl bedingen sich daraus, dass

---

89 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 361.

90 E. Holder, 1994, S. 28.

91 E. Holder, 1994, S. 28. (Hervorhebung in der Vorlage)

92 G. Glaeser, 2014, S. 290.

es keine einzelne Projektion gibt, die das Objekt verzerrungsfrei darstellt:

Projektionen verzerren fünf geographische Beziehungen: Fläche, Winkel, Form, Entfernung und Richtung. So gibt es zum Beispiel Projektionen, die lokal winkeltreu, aber nicht flächentreu sind, und andere die flächentreu, aber nicht winkeltreu sind. Alle Entwürfe verzerren in beträchtlichen Umfang die Form großräumiger Gebilde.<sup>93</sup>

Was Mark S. Monmonier hier für geografische Kartenprojektionen formuliert, kann auf alle zeichnerischen Entwürfe übertragen werden. Handelt es sich um eine Projektion von 3D auf 2D, ist die Übertragung zuerst einmal lediglich eine Frage der Skalierung – also ein quantitatives Problem, jedoch mit qualitativen Folgen. Denn jede Projektion verzerrt in der einen oder anderen Form das Dargestellte und eben deshalb braucht es dann mehrere und auch unterschiedliche Projektionsformen, die jeweils die Verzerrungen der anderen Projektionen ausgleichen. So gesehen ist der Umstand von Verzerrung prägend für jeden Gestaltungsprozess, in dem (zwangsläufig) nicht durch eine einzelne Projektionsmethode der Entwurf in jeder Hinsicht befriedigend dargestellt werden kann. Erst durch die Nutzung verschiedener Projektionsformen wird der Entwurf auf zufriedenstellende Weise begreifbar, analog zu dem Umstand, dass keine Karte allein und für sich ein unverzerrtes Bild der Erde liefern kann:

Keine ebene, zweidimensionale Karte kann wie der Globus gleichzeitig Flächen, Winkel, Umrisse, Entfernungen und Richtungen verzerrungsfrei abbilden.<sup>94</sup>

Für die Kommunikation einer Idee ist immer ein gewisses Maß an Abstraktion nötig, und auch wenn es zu allen Zeiten den Versuch gab, sich dem Ideal vollkommener Darstellung anzunähern, ist eine komplette Nachbildung der Realität unmöglich. Dies ist das Grundproblem der

---

93 Mark S. Monmonier: *Eins zu einer Million. Die Tricks und Lügen der Kartographen*, Basel, 1996, S. 33.

94 M. S. Monmonier, 1996, S. 99.

Modellbildung – das Modell muss einfacher handhabbar sein als die Realität, daher ist Vollständigkeit keine erstrebenswerte Eigenschaft, leider geht dadurch jedoch Information verloren. Gestalterische Modellbildung geht immer nur über den Umweg einer Abstraktionsebene, grundlegend dafür ist einmal mehr die Zeichnung. Die Renaissance ist in dem Zusammenhang von essenzieller Bedeutung, nicht zuletzt wegen des Anliegens und des Wunsches, die Welt rational zu erfassen und die Wahrnehmung mithilfe der Geometrie in die neue Vermessung der Welt einzuordnen. Dies ist für die Gestaltung wichtig, da mit den geometrischen Grundlagen die praktische, haptische Welt sowie die Interaktion mit ihr auf neue Weise handhabbar gemacht werden. In der Renaissance wird die gestaltbare Welt sozusagen *auf Linie gebracht*.

In dieser Zeit wurden durch Künstler und Ingenieure wie Leonardo da Vinci, Leon Battista Alberti und Albrecht Dürer die Kenntnisse in der Geometrie verbessert und auch zugleich die geometrischen Grundlagen für den modernen Entwurfsprozess geschaffen.<sup>95</sup> Dies erklärt sich einerseits durch einen Fokuswechsel von der Theorie der Geometrie zur Praxis hin, als auch durch das Entstehen einer Vielzahl neuer Anwendungsbereiche und Themenfelder.<sup>96</sup> Die Neuausrichtung ist nicht zuletzt zurückzuführen auf die Bandbreite der Berufe derer, welche die Geometrie in der Renaissance maßgeblich weiterentwickelten. Das Spektrum reichte hier von Rechenmeistern, Ingenieuren und Baumeistern über Künstler, Handwerker und Kaufleute bis zu Ärzten, Juristen und Höflingen.<sup>97</sup> Während sich die professionellen Mathematiker der Zeit mit dem Studium der abstrakten Geometrie und Mathematik beschäftigten, zielten die Neuentwicklungen und Fortschritte in der Geometrie von den Praktikern darauf ab, die Geometrie als Kommunikations- und Konstruktionswerkzeug zu nutzen. Das Resultat der Bemühungen war neben der Entwicklung der Zentralperspektive und neuer geometrischer Formen überhaupt eine grundlegende Faszination für geometrische Formen, die sich in den Versuchen abbildet, antike Ideale von Har-

---

95 G. Glaeser, 2014, S. VII.

96 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 245.

97 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 245.

monie und Schönheit mathematisch, also konstruktiv zu erfassen und nachvollziehbar zu machen. Dies alles war eingebettet in die Anfänge einer geometrischen Fachsprache, mit deren Hilfe die Errungenschaften festgehalten und weitergegeben werden sollten.<sup>98</sup>

Nun zur Analyse der einzelnen Projektionsformen: Zuerst geht es um die Normalprojektion als der ältesten überlieferten Form. Als Zweites folgt die Zentralprojektion, die eine Art subjektiven Gegenpol bildet. Und zuletzt um die Parallelprojektion als einem Hybrid zwischen den beiden Extremen.

### 3.2.1.3.1 Normalprojektion

Normalprojektionen sind Ansichtsdarstellungen, die ein Objekt aus verschiedenen Frontalansichten abbilden und meist nebeneinandergelegt verwendet werden. Sie sind dazu gedacht, Objekte zu veranschaulichen, leicht verständlich und mathematisch übertragbar zu machen.<sup>99</sup>

Die Ansichtsdarstellung ist und bleibt eines der wichtigsten Werkzeuge im gestalterischen Prozess, auch wenn sich die Medien wandeln, in denen Abbildung und Konstruktion stattfinden. Verwendet wird diese Methode für Abbildungen, bei denen »Maßgenauigkeit und tatsächliche Proportionierung im Vordergrund stehen.«<sup>100</sup> Sie ist zu finden bei technischen Zeichnungen, Entwurfszeichnungen, Architekturzeichnungen und Plänen sowie den diesen vorausgehenden Skizzen und zeichnerischen Entwürfen.

Im Gegensatz zur Zentralperspektive stellt die Ansichtsdarstellung ein Objekt nicht entsprechend unserer Sehgewohnheiten dar:

Sie [die Ansichtsdarstellung] geht von der Voraussetzung aus, daß wir eine Seite eines Objekts, gleichgültig wie groß, ohne optische Verzerrung wahrnehmen können. Die Darstellung ist so weit abstrahiert, daß sie alle sechs Seiten eines Objektes in einer bestimmten Reihe anordnet und an unser räumliches Vorstellungsvermögen appelliert,

---

98 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 274.

99 E. Holder, 1994, S. 58.

100 E. Holder, 1994, S. 58.

sich die einzelnen Seitenflächen zusammenzusetzen und sich so ein Bild vom dreidimensionalen Objekt zu machen.<sup>101</sup>

Dieses Zitat fasst das Konzept der Ansichtsdarstellung zusammen und zeigt ihren Charakter als Schnittstelle zur mentalen Karte prägnant auf.

Wichtig für diese Arbeit ist nicht die grundlegende Entwicklung des Verfahrens, sondern die Genese dieser Methode für die geometrische Erfassung und Kommunikation des Raums und von Objekten. Zur Zeit der Ägyptischen Hochkultur (ca. 2000 v. Chr.) wurden schon Grund- und Seitenrisse zur Darstellung verwendet,<sup>102</sup> eine Verknüpfung zum vermaßten, dreidimensionalen Raum erhält die Technik jedoch erst in der Renaissance. Sie findet beispielsweise Erwähnung als Basis für die Entwicklung der Perspektive:

Nach dem Zeugnis von Giorgio Vasari soll Filippo Brunelleschi, bekannt als Architekt der Florentiner Domkuppel, um 1400 eine Methode erfunden haben, aus dem Grund und Aufriss eines Gebäude-Ensembles punktweise eine perspektivisch korrekte Ansicht zu konstruieren.<sup>103</sup>

Im Gegensatz zur rein praktischen Anwendung bei Brunelleschi findet sich der schriftliche Beleg für eine konstruktive, theoretische Auseinandersetzung mit den Ansichtsdarstellungen in Dürers *Underweysung* (1525). In den Schriften finden sich eine Anleitung sowie exemplarische Anwendungen, um Ansichtsdarstellungen zu erzeugen und mit deren Hilfe Objekte darzustellen und zu verstehen:

Überraschenderweise findet man das später zum Standard gewordene Verfahren, einen Körper zunächst in einer sehr einfachen Lage im Grund- und Aufriss darzustellen und dann schrittweise in immer allgemeinere Lagen zu drehen, hier auch für den Würfel und einige andere Polyeder demonstriert [...]]<sup>104</sup>

---

<sup>101</sup> E. Holder, 1994, S. 58.

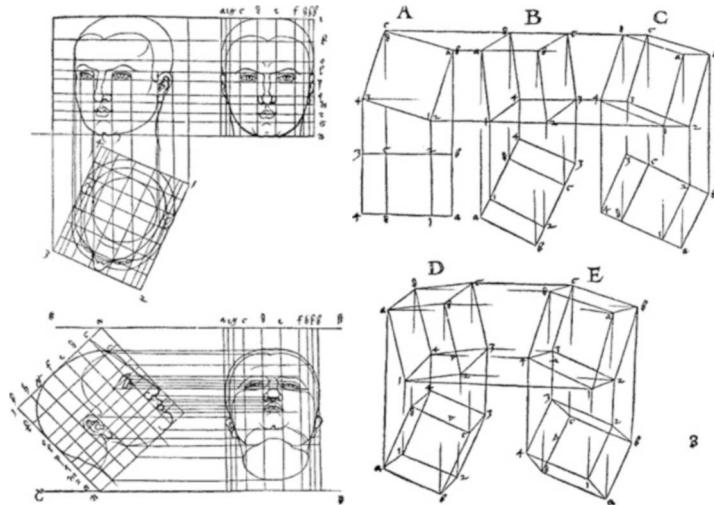
<sup>102</sup> C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 12.

<sup>103</sup> C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 275.

<sup>104</sup> C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 287.

Aus dem Zitat von C. J Scriba und P. Schreiber geht hervor, dass Dürer sowohl das Tafelverfahren nutzt, um abstrakte geometrische Körper darzustellen und zu behandeln, als auch, um damit Grundlagen für die Gestaltung zu schaffen.

Abbildung 2: Projektionsbeispiel Kopf Abbildung 3: Projektionsbeispiel Würfel



Für die Anwendung der Ansichtsdarstellungen, auch Normalrisse genannt, wird der darzustellende Gegenstand mit einem rechtwinkligen Koordinatensystem verbunden, die Blickwinkel aus den jeweiligen Achsenrichtungen ergeben dann die unterschiedlichen Normalrisse.<sup>105</sup>

Dann heißen die Normalprojektionen auf die Koordinatenebenen die *Hauptrisse*. Bei Projektionen entgegen der z-Achse erhält man den

105 G. Glaeser, 2014, S. 55.

*Grundriss*, entgegen der x- Achse den *Aufriss*, entgegen der y- Achse den *Kreuzriss*.<sup>106</sup>

Im Gegensatz zur Zentralperspektive erschließt sich das System der Ansichtsdarstellungen nicht intuitiv und aus der wortwörtlichen Perspektive des Betrachters. Der Umgang mit dem System der Normalrisse im Sinne eines Lesens der Zeichnung und ihrer Kombination erfordert Übung und muss erlernt werden.<sup>107</sup> Für einen Anfänger gestaltet sich das Verständnis des Objekts über die Risse als Herausforderung.<sup>108</sup> Als Beispiel für die Komplexität dieser Aufgabe kann folgende vielfach verwendete Übung dienen:

Wie sieht ein räumliches Objekt aus, dessen *Umriss* von vorne gesehen ein Quadrat ist, von Links gesehen ein gleichschenkliges Dreieck und von oben gesehen ein Kreis ist?<sup>109</sup>

Natürlich ist schnell klar, dass es sich dabei um einen Drehzyylinder mit zwei symmetrischen Schnitten handelt. Ohne die Kombination der Ansichten und das Wissen, wie sie in Relation zueinanderstehen, wäre die Aufgabe schwieriger gewesen. Durch die Maßtreue der Ansichtsdarstellung gehen mit ihr oft auch die Angaben direkter Bezeichnungen für die Maße, Radien und Winkel einher. Dies erleichtert die Kommunikation im Designprozess bis hin zur Übergabe in die Produktion, Programmierung oder Konstruktion. Für Außenstehende sind diese Bezeichnungen und Symbole jedoch unverständlich, weshalb die Ansichtszeichnungen in diesem Fall mit zentralperspektivischen Ansichten kombiniert werden.<sup>110</sup>

Der Kern der Ansichtsdarstellung ist die Kommunikation von unverzerrten Maßen und damit die Vermittlung von den räumlichen Abstandsverhältnissen der abgebildeten Objekte. Diese bilden sich in den verschiedenen Ansichten ab. Jede Ansicht stellt also jeweils die

---

<sup>106</sup> G. Glaeser, 2014, S. 55–56. (Hervorhebungen im Orginal)

<sup>107</sup> E. Holder, 1994, S. 58.

<sup>108</sup> G. Glaeser, 2014, S. 57.

<sup>109</sup> G. Glaeser, 2014, S. 57.

<sup>110</sup> E. Holder, 1994, S. 59.

Abstände aus einer Richtung maßgenau dar und wird mit Maßen und Bezeichnungen versehen. Ein Verständnis des Dargestellten erfolgt erst durch die gedankliche Kombination verschiedener Ansichten. Die Ansichtsdarstellung wird folglich erst durch die Bildung einer mentalen Karte verständlich. Zuvor hatten wir die Raumkarte als jene mentale Karte definiert, die für Abstandsverhältnisse zuständig ist. Die Ansichtsdarstellung ist eine Schnittstelle für die Interaktion mit mentalen Raumkarten.

### 3.2.1.3.2 Zentralprojektion

Hier sollen die auf dem Blatt entstehenden Linien die Illusion der dritten Dimension hervorrufen: Sie zeigen Positionen, Richtungen und Distanzen, sie erschaffen Ebenen und darin Flächen, geben Dimensionen wieder, liefern Weite und Tiefe. Sie beziehen sich auf einen sichtbaren erkennbaren Raum und erzeugen scheinbar räumliche Gebilde.<sup>111</sup>

Die Zentralprojektion wird meistens auch als Zentralperspektive bezeichnet. Sie ermöglicht es, individuelle Wahrnehmung in das System einer geometrischen Weltansicht einzubetten. Sie ist die konstruktive Übertragung unserer dreidimensionalen Raumvorstellung auf eine Fläche:

Unser Auge nimmt alle Gegenstände optisch verzerrt wahr. Die Verzerrung (Perspektive) muß man auf eine Zeichenfläche übertragen, um dem Auge räumliche Verhältnisse vorzutäuschen.<sup>112</sup>

Durch den mathematisch-Konstruktiven Charakterbettet sich die Zentralprojektion in die Vorstellung einer Geometrisierung der Welt ein und

---

<sup>111</sup> Helmut Germer/Thomas Neeser (Hsg.): 1D – The First Dimension. Zeichnen und Wahrnehmen – Ein Arbeitsbuch für Gestalter/Drawing and Perception – A Workbook for Designers, Basel, 2013, S. 21.

<sup>112</sup> E. Holder, 1994, S. 28.

könnte somit auch als der erste direkte Blick in die Linienwelt bezeichnet werden. Zuvor wurde im Kapitel zu *mentalen Karten* die Routenkarte als eine Raumwahrnehmung aus der Ich-Perspektive (oder auch Feldperspektive)<sup>113</sup> definiert (vgl. Kapitel 3.1.2). Damit stellt die Zentralperspektive eine Verbindung zwischen der mentalen Routenkarte und der geometrischen Weltwahrnehmung her. Diesem Gedanken wird im Folgenden nachgegangen.

Das Thema der Zentralperspektive hat signifikante Bedeutung für Wissenschaft, Kultur und Kunst, woraus ein großes Feld an Spezialliteratur resultiert, das den Bereich aus den unterschiedlichen Blickwinkeln erfasst.<sup>114</sup> Für diese Arbeit reicht es, einen groben Eindruck zu vermitteln, um spezifische für die Forschungsfrage relevante Punkte herauszuarbeiten. Am Anfang soll kurz die aktuelle mathematisch-geometrische Definition des perspektivischen Konstruktionsverfahrens dargestellt werden, um dann mit diesem Wissen die Entstehungsgeschichte zu betrachten, anhand derer sich die Verbindung zur Linienwelt und ihre Bedeutung für den virtuellen, dreidimensionalen Raum ablesen lässt.

Die Zentralperspektive ist eine geometrische Projektionsform, gedacht zur Konstruktion von Bildern, die das Abgebildete aus der Ego-Perspektive eines Betrachters aufnimmt und auf eine (zumeist) ebene Fläche projiziert. Sie wird auch als Zentralprojektion (in Bezug auf die geometrische Fachsprache) bezeichnet. Die Erfassung des Raums geschieht bei dieser Form der Projektion mithilfe der Übertragung von Raumpunkten auf eine Bildebene, indem die Punkte mit einem Blickpunkt (sog. Augpunkt) durch Sehstrahlen verbunden und mit besagter Bildebene geschnitten werden, um ein Abbild zu generieren.<sup>115</sup> Im geometrisch-mathematischen Zusammenhang wird dies folgendermaßen ausdifferenziert:

Denken wir uns im Raum eine beliebige, aber feste Ebene  $\pi$ , die eine *Projektionsebene* oder *Bildebene* sein soll, und einen nicht in  $\pi$  gelege-

---

<sup>113</sup> S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 244.

<sup>114</sup> C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 273.

<sup>115</sup> C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 291.

nen Punkt  $Z \neq \pi$ , der das *Projektionszentrum* darstellt. Die Gerade  $p=ZP$  durch einen beliebigen Raumpunkt  $P$  nennen wir *Projektionsstrahl*. Klarerweise darf  $P$  nicht mit dem Zentrum zusammenfallen ( $P \neq Z$ ). Im Schnitt von  $p$  mit der Bildebene ergibt sich die Projektion  $P^2$  (der *Blickpunkt* oder *Riss*) von  $P$ .<sup>116</sup>

Vorausblickend kann hier schon erwähnt werden, dass exakt dieser Prozess in der Computergrafik verwendet wird, z.B. in Videospielen. Typischerweise wird die darzustellende Welt als 3D-Präsentation einer Menge von Polygonen (meistens Dreiecken) vorgehalten und berechnet. Für die Darstellung wird dann eine Kameraposition herangezogen und mit Hilfe einer sogenannten Projektionsmatrix die Welt auf eine darstellbare 2D-Fläche vor der Kamera abgebildet.

Die **Horizontlinie** als Element der Zentralprojektion ist ausschlaggebend für die vermittelte Raumwahrnehmung der Projektion. Die Horizontlinie bildet in Zentralprojektionen den antizipierten Horizont ab. Diese Linie ist bestimmd für die Position der eingenommenen Perspektive und im Besonderen für die Augenhöhe (und damit den Augpunkt), Letzterer wird wiederum angesetzt in Distanz- und Höhenrelation zum abgebildeten Gegenstand.

Unser Sehhorizont befindet sich immer in Augenhöhe, deshalb zeichnet man sich in perspektivische Zeichnungen immer eine waagerechte Horizontlinie ein, auf die sich die dargestellten Objekte hin orientieren.<sup>117</sup>

Indem sich die Konstruktion des Objektes an der Horizontlinie orientiert, wird mit ihrer Festlegung besonderer Einfluss auf die Wahrnehmung des Objektes genommen. Mit der Kombination aus Blickpunkt (Augpunkt) und Horizontlinie wird fixiert, aus welcher Perspektive die Projektion das Objekt darstellt. Mit der Setzung der Horizontlinie wird etwa vorgegeben, ob das Objekt in der Projektion vor uns

---

<sup>116</sup> G. Glaeser, 2014, S. 44. (Hervorhebung im Original)

<sup>117</sup> E. Holder, 1994, S. 29.

aufragt (Froschperspektive), wir es auf Augenhöhe betrachten (Normalperspektive) oder auf es herunterschauen (Vogelperspektive).<sup>118</sup> Die Zuordnung zu Tieren in den verschiedenen Perspektivnamen deutet schon an, dass die eingenommenen Blickwinkel nicht unserer natürlichen Wahrnehmung entsprechen. Wir können mit der Projektion in Raumwahrnehmungen eintauchen, die wir in der Lebenswelt nicht einnehmen könnten. Dies wird für die Form der virtuellen Raumwahrnehmung und Gestaltung später noch wichtig werden. An dieser Stelle reicht es aus festzuhalten, dass die Zentralprojektion den Zugang zu imaginären Raumwahrnehmungen schaffen kann, die nicht an unsere physischen Gegebenheiten gebunden sind.

Mit dem Begriff der Zentralprojektion wird die Darstellungsform in die Reihe der anderen Projektionsformen eingesortiert. Diese logische Zuordnung täuscht über die Bedeutung dieser Konstruktionsform als Verbindung von Raum- und Routenkarten hinweg. Der deckungsgleiche Begriff der Zentralperspektive kann dies jedoch wieder aufheben. Der Begriff der Perspektive (lat. *perspicere*: hindurchsehen, hindurchblicken) bezieht sich auf Verhältnisse von Objekten im Raum in Bezug auf den Standort und damit den Blickwinkel, den Blickpunkt des Betrachters. Bei der Konstruktion denken wir das Projektionszentrum als Sehzentrum der Betrachtung.<sup>119</sup> Es geht also nicht um ein abstraktes Verständnis des Abgebildeten, sondern um eine möglichst lebensnahe Darstellung. Diese Ausrichtung erklärt auch die Faszination, welche die Zentralperspektive bei ihrer historischen Entstehung und Entwicklung begleitet hat. Es ist eine Ausrichtung im Geiste der Renaissance, in der Hinwendung zur Wissenschaft und dem Individuum als Ausgangspunkt der Weltbetrachtung und Ideengenerierung.

Eine, wenn auch kurze, historische Betrachtung der Perspektive kann nicht umhin, die Debatte um den Ursprung der Perspektive zu erwähnen. Die geführte Auseinandersetzung dreht sich zentral um die Frage, ob es sich bei der Entwicklung der Zentralperspektive in der

---

<sup>118</sup> E. Holder, 1994, S. 29.

<sup>119</sup> G. Glaeser, 2014, S. 47.

Renaissance um eine Neuentwicklung handelt oder um eine Wiederentdeckung antiken Wissens und darauf aufbauende Weiterentwicklung. Es gibt mittlerweile Funde von Wandgemälden, die als Belege gelten, dass in der Antike rudimentäres Wissen über die Perspektive vorhanden gewesen sein muss.<sup>120</sup> Ob und in welcher Form dieses Wissen in der Renaissance jedoch vorhanden und ausschlaggebend für die Entwicklung der Perspektivprojektion war, wird nach wie vor diskutiert. Ausführliche Bearbeitungen dieser Frage und Arbeiten über die Bedeutung und Entstehung der Perspektive finden sich in den Werken Martin Kemps,<sup>121</sup> Judith Veronica Fields<sup>122</sup> und, Samuel Y. Edgertons.<sup>123</sup>

Für diese Arbeit ist es nicht ausschlaggebend, ob eine Verbindung zur Antike bestanden hat oder nicht. Historisch interessant ist indes die Entwicklung der Zentralperspektive als Verbindung zwischen mathematischem Wissen und individueller Wahrnehmung. Die erwähnte Diskussion um den Ursprung der Zentralprojektion wird nur kurz umrissen, um aufzuzeigen, dass die Zentralprojektion aus den Techniken der Vermessung und Konstruktion, der Hinwendung der Renaissance zum rationalen, numerischen und geografisch-geometrischen Blick auf die Welt entspringt. Sie stellt den Versuch dar, die vermaßte Welt mit der individuellen Sichtweise zu verbinden, also den persönlichen Blick auf die Linienwelt festzuhalten.

Kemp und Field vertreten ebenso wie andere Autoren die mittlerweile akzeptierte These, dass die Entwicklung und Verbreitung der optischen Messtechniken in der Renaissance ausschlaggebend für die Entwicklung der Zentralperspektive waren.<sup>124</sup> Edgerton hatte in seiner Veröffentlichung *The renaissance rediscovery of linear perspective* (1975) noch die These vertreten, dass die geografischen Rastertechniken von

---

120 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 303.

121 Martin Kemp: *The science of art. Optical themes in western art from Brunelleschi to Seurat*, New Haven, 1990.

122 Judith V. Field: *The invention of infinity. Mathematics and art in the Renaissance*, Oxford u.a., 1997.

123 Samuel Y. Edgerton: *The renaissance rediscovery of linear perspective*, New York, 1975.

124 M. Kemp, 1990

Ptolemäus die bisher fehlende Verbindung zwischen der Antike und der Renaissance darstellen, dass also die geografische Kartierung das Fundament für die Zentralprojektion bildet.<sup>125</sup> Auch wenn Edgerton mittlerweile durch Kemp und andere Autoren viel Kritik erfahren hat und seine Thesen widerlegt wurden, bleibt er durch den Fokus dieser Arbeit auf die Karte als Medium interessant. Es zeigt, wie naheliegend und offensichtlich der Gedanke einer Verbindung zwischen Kartenmaterial und der Perspektive ist.

Die weitere historische Betrachtung der Perspektive (von der Renaissance aus) fokussiert sich auf die Entwicklung des Konstruktionswissens, also des mathematischen, geometrischen Aspekts, der als Ziel die Korrektheit einer individuellen (perspektivistischen) Raumwahrnehmung hat.

Unabhängig davon, ob auf antikes Wissen aufgebaut wird oder nicht, wird die Entwicklung der Zentralperspektive in der Renaissance Filippo Brunelleschi zugeordnet. Es gibt keine schriftlichen Nachweise für dessen Erfindung. Vielmehr stützt sich die Annahme auf die Schriften von Vasari, der in seinen *Viten* festhält, dass Brunelleschi um 1400 die Basis für die perspektivistische Konstruktion legt. »Eine Methode [...], aus dem Grund und Aufriss eines Gebäude-Ensembles punktweise eine perspektivisch korrekte Ansicht zu konstruieren.«<sup>126</sup>

Die Betonung liegt hier auf der Korrektheit der Konstruktion, die sich aus den maßgetreuen Risszeichnungen ableiten lässt. Die Perspektive wird aus der Kombination verschiedener Risszeichnungen entwickelt. Dies ist ein erster Hinweis auf die Abhängigkeiten zwischen Riss- und Perspektivenzeichnung im Gestaltungskontext.

Ausgehend von der methodischen Grundsteinsetzung war die Renaissance die Hochzeit der Zentralperspektive. Besonders in Italien,

---

<sup>125</sup> Frank Büttner: Rezension von: »Samuel Y. Edgerton: Die Entdeckung der Perspektive«, in: *Sehepunkte* 7/8, 2006, S. 1–7, hier S. 1–2.

<sup>126</sup> Giorgio Vasari: *Le vite de' più eccellenti pittori, scultori e architettori*, (Lebensbeschreibungen der berühmtesten Maler, Bildhauer und Architekten), Florenz, 1550, S. 292.

speziell in Florenz wurde mit der neuen Projektionsform gearbeitet und experimentiert. Der Zugang und das Wissen über »die neue perspektivische Kunst«<sup>127</sup> wurden jedoch in manchen Bereichen als Berufsgeheimnis unter Verschluss gehalten. Während Künstler wie Leon Battista Alberti, Antonio Averlino Filarete und Pierre della Francesca ihre Erkenntnisse in Texten und Schriften veröffentlichten, behielten die Maler ihr Wissen in aller Regel für sich. Da ihr Wissen nur vor Ort, in den Werkstätten der italienischen Meister erlangt werden konnte, nahmen während der Renaissance viele europäischer Künstler den Weg nach Italien auf sich, um die neuen Techniken zu erlernen.<sup>128</sup>

Eine zentrale Figur der Weiterentwicklung der Perspektive und ihrer Anwendungen ist Albrecht Dürer (1471–1528). Dürer nimmt unter den Künstlern seiner Zeit eine Sonderstellung ein als derjenige, der mit seiner Arbeit am engsten der Mathematik verhaftet ist und in dieser Richtung forscht: »Er ist mit Abstand der ›mathematischste Kopf‹ unter den Künstlern seiner Zeit.«<sup>129</sup> Dürer darf hier nicht im heutigen Sinne als Künstler verstanden werden. Im Gegensatz zu heute schließt der Begriff in der Renaissance die breiten Betätigungsfelder der Zeit mit ein, also beispielsweise auch handwerkliche und wissenschaftliche Innovationen. Die Künstler verstanden sich zu dieser Zeit insoweit als Handwerker, als sie an der praktischen Anwendung des antiken Wissens interessiert waren, im Gegensatz zu programmatischen Ansätzen der Gelehrten. Ihre Tätigkeiten in der Architektur, Mechanik und in den Ingenieurs- oder Naturwissenschaften führten zu Weiterentwicklungen und der Umgestaltung des technischen Wissens für den praktischen Einsatz.<sup>130</sup>

Dürer stand unter den praxisnah Forschenden der Mathematik am nächsten. Seine besonderen Leistungen für die Perspektive sind in der Weiterentwicklung und Zusammenführung des Wissens über geometrische Konstruktionen in Bezug auf ihre praktische Anwendung zu fin-

---

127 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 276.

128 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 276.

129 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 273.

130 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 274.

den. Diese fasst er in seinem als *Underweysung (Underweysung der messung mit dem zirckel und richtscheyt in Linien ebenen unnd gantzen corporen)*<sup>131</sup> bekannten vierteiligen Werk zusammen, das 1525 veröffentlicht wurde. Besonders Dürers *Dresdner Skizzenbücher*, die noch nach seinem Tod hinzugefügt wurden, enthalten wichtige Ausführungen zur Perspektive.<sup>132</sup> Dürers theoretische Texte werden untermauert von Vorschlägen zur mechanischen Erleichterung perspektivischer Werke.

Bei den Vereinfachungen der Konstruktion und den Hilfsmitteln, die infolgedessen entstehen, geht es meist darum, die Linien zwischen Objekt und Zeichnung möglichst präzise zu generieren. Die auch als *Sehstrahlen* bezeichneten Linien verbinden das Objekt und den Augpunkt und kreuzen dazwischen die Projektionsebene. Diese Linien ordnen und organisieren die Konstruktion, womit die Linie wieder ihrem grundlegenden Wesen der Ordnung und Kommunikation entspricht.

Als Beispiel für mechanische Hilfsmittel entwirft Dürer verschiedene Apparaturen, um die Parameter (Augpunkt, Sehstrahl, Objekt, Projektionsfläche) der Perspektive zu fixieren und zu kontrollieren. Dabei wird der Augpunkt etwa durch einen verstellbaren Stab fixiert oder der Zeichenstift mit einem Faden am Augpunkt befestigt, um die Ausrichtung zu bestimmen und es zu ermöglichen, eine Perspektive zu wählen, die die Reichweite des Zeichners übersteigt.<sup>133</sup> Besonders bekannt ist Dürers Vorschlag und Apparatur des Rasters.

In der Zeichnung (vgl. Abb. 4) wird der Blick auf das Motiv durch ein gerastertes Fenster geworfen, das mit einer Rasterung auf der Bildfläche korrespondiert. Diese Anordnung ermöglicht ein Zeichnen am Tisch und ein Loslösen von der Konstruktion auf senkrechten Bildebenen.<sup>134</sup> Dürers Arbeiten über die Perspektive und die geometrische Konstruktion im Allgemeinen versinnbildlichen die mathematische, wissenschaftliche Erfassung des individuellen Blicks in die Welt.

---

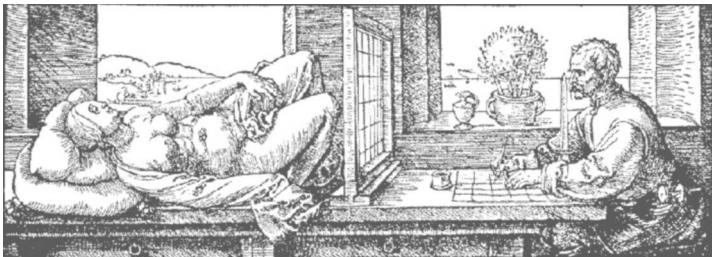
<sup>131</sup> Albrecht Dürer: *Underweysung der Messung, mit dem Zirckel und richtscheyt. In Linien Ebenen vnd gantzen Corporen*, Nürnberg 1538.

<sup>132</sup> C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 281.

<sup>133</sup> C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 277.

<sup>134</sup> C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 278.

Abbildung 4: Zeichner und Akt



Es ist der Versuch, die Raumwahrnehmung technisch, konstruktiv zu erfassen und festzuhalten. Die perspektivische Konstruktion wird im 16. Jahrhundert schlussendlich durch die katholische Kirchenmalerei der Jesuiten perfektioniert. Dabei ging es darum, mithilfe der Perspektive Sinneseindrücke zu schaffen, welche die physische Ebene um einen Blick in die Welt des Glaubens erweitert. So eröffnet ein Deckengewölbe den Blick in den Himmel mit den Heerschaaren der Engel. Die Strategie dieser Darstellungen war es, die Menschen durch den überwältigenden, direkten Eindruck der Wahrnehmung wieder für den Glauben zurückzugewinnen.<sup>135</sup>

Die konstruierende Methode der Perspektivprojektion ist in den Anfängen noch rudimentär und das Ziel vieler Arbeiten war es, den Prozess zu vereinfachen und maschinell zu erleichtern. Der Ansatz der Mechanisierung (im Gegensatz zu der geometrisch-mathematischen Weiterentwicklung) des Konstruktionsprozess führt letztendlich zur Entwicklung der Fotografie.<sup>136</sup> Bei der Fotografie ist die Kameralinse als das Sehzentrum zwischen Objekt und Bildebene gerückt, was jedoch nichts daran ändert, dass es sich bei der fotografischen Abbildung im Wesentlichen um eine Zentralprojektion handelt.<sup>137</sup> Von der Fotografie kann leicht der Bogen geschlagen werden zum bewegten Bild und von dort ist es dann

135 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 276–280.

136 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 275.

137 G. Glaeser, 2014, S. 44.

nur noch ein kleiner Schritt zu Digitalisierung und damit zur digitalen Welt. Zwischen der klassischen Bildaufnahme, wie sie in Foto und Film verwendet wird, und der Erschaffung digitaler Darstellungen besteht jedoch ein entscheidender Unterschied. Während klassische Bildaufnahmen mechanische Verfahren nutzen, um Inhalte zu generieren, wird für die digitale Darstellung das komplexe Wissen der Konstruktion von zentralperspektivischen Ansichten benötigt. Offensichtlich wird die Konstruktion selbst mittlerweile von Programmen vorgenommen, die durch Automatisierung und Programmierung unsichtbar im Hintergrund arbeiten. Sie erzeugen die Illusion, wir hätten es mit einer weiteren Form der Mechanisierung zu tun. Tatsächlich liegt der digitalen Raumdarstellung aber ein komplexes mathematisches Wissen zugrunde. Um dies zu ermöglichen, war eine große Anzahl an Iterationen und Weiterentwicklungen von Brunelleschis anfänglichen Konstruktionsmethoden nötig.

Spätestens mit der perspektivischen Darstellung von fiktiven Welten löst sich die Zentralprojektion von ihrer Aufgabe, eine individuelle Wahrnehmung der Welt darzustellen. Die Zentralprojektion wird damit zum Mittel, mentale Routenkarten, auch wenn sie rein fiktiv sein sollten, visuell zu kommunizieren. Die Zentralperspektive ist eine grundlegende Form für die Auseinandersetzung und Darstellung von visuell, korrekten, individuellen räumlichen Wahrnehmungen. Dabei ist sie unabhängig vom Kontext der Anwendung; es ist also egal, ob sie als Mittel der Planung und Kommunikation mit Auftraggebern oder als Form der Darstellung immaterieller (religiöser) Räume und Raumvorstellungen eingesetzt wird.

Die Perspektive fokussiert sich in der Projektion auf den Blickwinkel des Individuums und die Darstellung der Welt aus der Ich-Perspektive. Die Zentralprojektion ist damit die beste Kommunikationsform von Ideen in einen lebensweltlichen Kontext.

### 3.2.1.3.3 Parallelprojektion

Parallelperspektivische Darstellungen, auch Axonometrie genannt, können als ein grundlegender Versuch betrachtet werden, ein Abbild zu schaffen, das die Verflechtung von mentalen Routen- und Raumkarten

darstellt. Es geht also um eine Vermischung von Ich-Perspektive und einer bemaßten Auf- oder Ansicht. Die Parallelperspektive versucht den Vorteil der perspektivischen Ansicht zu nutzen, die Dreidimensionalität zu erhalten, jedoch die Kommunikationsqualität der Konstruktion durch rekonstruierbare Maße zu verbessern:

Während die perspektivische Darstellung versucht, die Wahrnehmungsgegebenheiten des Menschen in der Zeichnung zu imitieren, so wird bei der Axonometrie der Gegenstand in seiner ursprünglichen Maßstäblichkeit wiedergegeben.<sup>138</sup>

Um die Maßstäblichkeit zu ermöglichen, muss die Parallelperspektive sich von den Techniken der Perspektive und damit von den Eigenschaften der Routenkarte lösen. Damit verschwindet das Verhältnis des Dargestellten zum Betrachtenden (technisch dargestellt durch Fluchtpunkt, Augpunkt, Entfernung und Horizontlinie).<sup>139</sup> Linien werden so dargestellt, wie sie vermaßt in der Wirklichkeit zueinander verlaufen. Parallele Kanten und Linien werden in der axonometrischen Darstellung ebenfalls parallel dargestellt.

Es gibt verschiedene Formen der Parallelprojektion, die sich aus dem jeweiligen Nutzen der Darstellung und der Komplexität des Dargestellten ergeben. Das Verhältnis zwischen Routenkarte und Raumkarte wird jeweils verändert, um den idealen Mittelweg zwischen Routen- und Raumkarte abzubilden. Er ist dann erreicht, wenn das Dargestellte in seinen Charakteristiken sowohl erfahrbar (Ich-Perspektive) als auch verstanden (Ansicht) wird. In den Worten, mit denen die Wahrnehmungsart beschrieben wird, schwingt zugleich deren Darstellungsform mit. Im *Erfahren* ist durch das *Fahren* ein Vorgang der Bewegung an- tizipiert, wohingegen dem *Verstehen* ein statisches Moment anhaftet. Routenkarten werden *erfahren* und Raumkarten *verstanden*.

Die Parallelenprojektion wird als ein Grenzfall der Zentralperspektive angesehen, da sich nur ein Parameter verändert.<sup>140</sup> Im Gegensatz zur

---

138 E. Holder, 1994, S. 52.

139 E. Holder, 1994, S. 52.

140 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 352.

Zentralperspektive (eines antizipierten Blickpunktes, in dem alle Sehstrahlen zusammenlaufen) rückt der Punkt bei der Parallelprojektion in die mathematische Unendlichkeit. Damit gelten immer noch alle Regeln der Zentralperspektive, jedoch verlaufen die Sehstrahlen nun parallel.<sup>141</sup>

Die Parallelprojektion ist *parallelentreu*, das heißt, wenn zwei Geraden im Raum parallel sind, dann sind auch ihre Projektionen parallel (sofern sie nicht projizierend sind).<sup>142</sup>

Im Folgenden werden kurz die für den Gestaltungsprozess wichtigsten Parallelprojektionen und ihre spezifischen Eigenschaften dargestellt:

Die **Militärprojektion**, auch als Militärriss oder Vogelperspektive bezeichnet, hat sich, wie der Name schon vermuten lässt, in der Praxis besonders durch seine Verwendung in militärischen Kontexten, im Speziellen für den Festungsbau, durchgesetzt. X- und Y- Achse stehen beim Militärriss rechtwinklig zueinander und bleiben unverkürzt, wohingegen die Z-Achse flexibel ist. Dies bietet sich besonders für Objekte an, die einen komplexen Grundriss aufweisen, ansonsten jedoch wenig komplex sind. Der Militärriss eignet sich also bestens für Gebäude und Anlagen, jedoch nicht für Objekte mit Hinterschnitten oder Freiformen.

Die **isometrische Projektion** ist für die Gestaltung von besonderer Bedeutung, da sie die beste Grundlage für eine Kommunikation der Maße eines Objekts bietet, ohne den Vorteil der dreidimensionalen Darstellung aufzugeben. Aus diesem Grund und bedingt durch die konsequente Maßtreue der Darstellungsform, ist sie die am häufigsten im Gestaltungskontext verwendete Parallelprojektion.<sup>143</sup> Die isometrische Projektion ist die einzige Parallelprojektion, bei der alle Abstände der Projektion maßgetreu sind:

---

141 G. Glaeser, 2014, S. 48.

142 G. Glaeser, 2014, S. 48.

143 E. Holder, 1994, S. 52.

Der Name kommt von Iso = gleich und bedeutet: Breite, Höhe und Tiefe werden in einheitlichen Maßstäben in ihren tatsächlichen Abmessungen abgebildet.<sup>144</sup>

Damit ist die isometrische Projektion im Vergleich zu den anderen Parallelprojektionsformen aus methodischer Sicht am weitesten von der Zentralprojektion und damit von der Routenkarte entfernt.

Die **Kavaliersprojektion** oder auch Kabinettpunktprojektion wird an dieser Stelle erwähnt, da sie eine direkte Verbindung zu den geografischen Karten bildet. Das Ziel dieser Darstellungsform ist die Übersicht über Festungsanlagen bzw. die Vermittlung von Wissen über das umgebende Gelände. Die Verbindung zur Karte besteht insofern, als sie Kavaliersprojektion mit einer Karte kombiniert werden kann. Das Charakteristikum dieser Projektionsform ist der maßgetreue Grundriss, von dem ausgehend die Konstruktion des Objekts senkrecht nach oben verläuft.<sup>145</sup>

Es gibt noch eine Vielzahl weiterer Projektionsformen mit unterschiedlichen Ausrichtungen. Die meisten von ihnen sind historisch veraltet oder werden lediglich in mathematischen Spezialfällen angewendet. Für diese Arbeit ist wichtig, dass die Parallelprojektion den ersten Versuch darstellt, sowohl die Routenkarte als auch die Raumkarte durch eine einzelne Zeichnung zu kombinieren.

### Zwischenfazit

Die Funktion der darstellenden Geometrie hat sich gewandelt. Die dargestellten Formen der konstruktiven Projektion als Werkzeuge raumgeometrischer Problemlösung wurden abgelöst durch Computerprogramme, wie sie beispielweise im CAD Verwendung finden. Das grundlegende Wissen um die Art der Konstruktion ist jedoch besonders bei den Ansichten, wie sie auch bei der Karte verwendet werden, über die Habitualisierung zum Allgemeinwissen geworden. Dasselbe kann

---

144 E. Holder, 1994, S. 52.

145 C. J. Scriba/P. Schreiber, 2010, S. 356.

von der Zentralperspektive behauptet werden: Wo die Formen der Parallelprojektionen in den meisten Bereichen obsolet geworden sind, sind die Perspektivprojektionen –getragen durch Fotografie, Film und zuletzt Videospiele – zentraler Bestandteil unserer Kultur geblieben.

In Bezug auf mentale Karten ist dies wichtig, besonders in dem Wissen, dass die Interaktion mit zeichnerischen Raumwahrnehmungen wie Karten oder Projektionen immer auch die mentalen Karten rückwirkend beeinflusst.<sup>146</sup> Die Frage mentaler Karten bleibt dort aktuell, wo mit Hilfe des Computers interaktive Bildräume generiert werden, in denen die Nutzer über entsprechende Ein- und Ausgabegeräte Handlungen und Bewegungen ausführen können. Die Perspektivprojektion (Foto) und die Normalprojektion (Karte) sind die zentralen medialen Formen zur Kommunikation und Beeinflussung visueller mentaler Karten. Damit bilden sie die beste Schnittstelle für die Interaktion mit mentalen Karten. Auch wenn mittlerweile Computer die Ausführung übernehmen, ist es für die Gestaltung von virtuellen Räumen unerlässlich, die Grundprinzipien beider Projektionsformen zu verstehen, um die vorliegenden Werkzeuge bewusst einsetzen zu können.

### 3.2.2 Von der mentalen Karte zur zeichnerischen Karte

Bei der Übertragung von mentalen Karten in zeichnerische Karten muss zur medialen Zuordnung zuerst zwischen den Abbildungen von Raumkarten und Routenkarten unterschieden werden, auch wenn diese oft miteinander in Beziehung stehen. Der Großteil des uns bekannten Kartenwesens arbeitet mit Übersichtskarten in der einen oder anderen Form und die historische Entwicklung der Kartierung kann deutlich an ihnen abgelesen werden. Im Gegensatz zu den Übersichtskarten gewinnen Routenkarten erst wieder mit der Digitalisierung, aber dann umso deutlicher und dringlicher, an Bedeutung. Die historische Analyse der Karte wird sich hauptsächlich auf die Abbildung von Übersichtskarten konzentrieren. Die Geschichte der Routenkarten wird erst im Anschluss

---

146 U. Schneider, 2004, S. 81.

und als Überleitung zu der Betrachtung digitaler Räume dargestellt (vgl. Kapitel 4.3).

Betrachtet man die ersten, heute noch existierenden Karten, so ist eine Aufteilung in die unterschiedlichen Kartentypen noch nicht klar ersichtlich. Diese Karten stellen noch eine Mischung beider Raumverständnisse dar, da sowohl Informationen aus der subjektiven Ich-Perspektive, als auch Abstands- und Raumverhältnisse reproduziert werden. Sie zeigen, dass es ursprünglich nicht um eine neutrale Klärung der Raumverhältnisse ging; vielmehr sind die Karten Abbilder eines grundlegenden menschlichen Bedürfnisses, Raumwahrnehmung visuell zu kommunizieren und festzuhalten. Mit dem Blick auf die These, dass die verschiedenen Kartensysteme im Digitalen wieder zusammenfinden, folgt nun ein Blick auf die ersten Karten, um Parallelen und Unterschiede aufzuzeigen: »Das Bedürfnis der Menschen, die Umgebung, in der sie leben, abzubilden und für sich zu fixieren, ist offenbar uralt.«<sup>147</sup>

Die erste uns bekannte räumliche Karte ist die Bedolina-Karte, die auf etwa 2000 bis 1500 v. Chr. datiert wird. Die in Norditalien in den Felsen gehauene Karte zeigt einen mit groben Linien dargestellten Ort. Die Karte wurde über mehrere hundert Jahre immer wieder in Bereichen abgeschabt, erweitert und ergänzt und bildet einen Flickenteppich aus Informationen. Eingezeichnet sind rechteckige Gebilde, bei denen vermutet wird, dass sie Felder darstellen, sowie Menschen, Tiere und Häuser. Der Fokus liegt in der Darstellung auf den rechteckigen Gebilden und den sie verbindenden Linien.<sup>148</sup> Karten aus dieser Zeit werden nicht als akkurate Darstellungen der Siedlungen und Häuser verstanden. Es wird davon ausgegangen, dass es sich dabei um eine Art visuelle Gebete handelt, die in Zeiten von Unsicherheit und Not die Wünsche der Menschen abbilden und mitteilen<sup>149</sup> – also um eine räumliche Orientierung und Darstellung einer erhofften Zukunft.

---

147 Karl Schlägel: Im Raume lesen wir die Zeit. Über Zivilisationsgeschichte und Geopolitik, München, 2004, S. 149.

148 K. Schlägel, 2004, S. 149.

149 P. Barber, 2005, S. 10.

Abbildung 5: Die Bedolina-Karte



Die Grundlagen dessen, was uns die Bedolina-Karte zeigt, sehen wir in der einen oder anderen Form in nahezu allen Kulturen. Es steht ein grundlegendes Bedürfnis nach Orientierung im Raum, das sich durch verschiedenste Arten und Formen von Karten in den unterschiedlichen Zeiten und kulturellen Epochen ausdrückt.<sup>150</sup> Dies reicht von indigenen Karten, wie den aztekischen Rädern oder Zeichnungen der nordamerikanischen Ureinwohner, über Karten des römischen Handelsstraßensystems und europäischen Glaubenskarten (*mappa mundi*) bis zu den aktuellen, westlich orientierten Weltkarten.<sup>151</sup> Die Bandbreite und Vielfältigkeit ist global zu erkennen und schließt das heutige Kartenmaterial etwa von Google Maps natürlich mit ein.

Auch wenn das Bedürfnis hinter allen Kartentypen identisch ist, muss für die Betrachtung der Linie unterschieden werden zwischen

---

150 K. Schlägel, 2004, S. 151.

151 P. Barber, 2005, S. 9.

Kartensystemen, welche die Linie ihrem Wesen entsprechend verwenden, nämlich als geometrisches Kommunikationsmittel, und solchen, die dies nicht tun. Es ergibt sich daraus eine Differenzierung zwischen Karten, die die Welt auf Basis von heilsgeschichtlichem Wissen organisieren, und geografischen Karten, die dem aus der Antike stammenden Prinzip des Ptolemäus folgen. Ptolemäus Leistung für die Karte wird im Folgenden noch detaillierter ausgeführt (vgl. Kapitel 3.2.2.1).

Heilsgeschichtlich bedeutet in diesem Zusammenhang eine Darstellung in Bezug auf das Wertesystem des christlichen Glaubens, wie es im nachfolgenden Vergleich ausführlicher dargelegt wird (vgl. Kapitel 3.2.2.1). Wichtig für das historische Fundament der geografischen Karte ist aus dem Gesichtspunkt der Linie nicht, wann die ersten Karten auf Basis des von Ptolemäus erdachten Prinzips erstellt wurden. Vielmehr liegt das methodische Augenmerk auf dem damit Einzug erhaltenden Prinzip der gezogenen Linie zur Ordnung und Unterteilung der Welt.

Mit diesen Parametern im Blick betrachten wir nun die Karte. Angefangen wird mit einer Gegenüberstellung der *mappa mundi* und der geografischen Karte. Um die Besonderheit der geografischen Karte, mit der wir alle täglich interagieren, herauszustellen, braucht es ein Verständnis dafür, welche Systeme vorher bestanden. Neben dem römischen System der T-O-Karten, den *Itinerar* genannten Karten der Antike, bietet sich zur genaueren Betrachtung und Gegenüberstellung die auf dem heilsgeschichtlichen System basierenden *mappa mundi*<sup>152</sup> an. Sie stellt das System einer Kartenordnung mit der größten geografischen Ausbreitung im Mittelalter dar.

Gemeinsam ist allen diesen Kartentypen, dass sie die Welt nicht nach geografischen, sondern symbolischen Kategorien ordnen. Symbolisch bedeutet in dem Zusammenhang der Wortherkunft entsprechend, dass die Bedeutung jenseits des gegebenen Zeichens liegt. *Symballein*<sup>153</sup> im Altgriechischen bedeutet ›über etwas hinauswerfen oder -deuten‹. Mit solchem Überschuss der Bedeutung ist im Fall der heilsgeschichtlichen

---

<sup>152</sup> U. Schneider, 2004, S. 11.

<sup>153</sup> Henry G. Liddell/Robert Scott: A Greek – English lexicon, Oxford, 1996, S. 3634–3635.

Anlage der Karten klarerweise auch eine heilsgeschichtliche Intention benannt. Symbolische Karten beziehen sich auf transzendentale Sachverhalte, sowohl im räumlichen Sinn eines Hinausweisens in göttliche Regionen, als auch im zeitlichen Sinne, wenn auf eine Zeit jenseits der weltlichen Abläufe und Geschichte verwiesen wird.

Im Fokus lagen jeweils der religiöse Glaube oder, näher am Irdischen, auch Wissen über Pflanzen und Tiere. Der theologischen Verinnerlichung einer Heilsperspektive seit Augustinus von Hippo folgend schlossen die Darstellung auch individuelle Wahrnehmungen der abgebildeten Landstriche mit ein.<sup>154</sup> Größe und Darstellung der Gegenstände und Verhältnisse auf der Karte waren in keiner (für uns heute wie selbstverständlich objektivierenden) Weise geknüpft an eine vorliegende geografische Realität, sondern waren lediglich abhängig von dem jeweiligen individuellen bzw. transzendenten Wertesystem des Kartografen oder seines Auftraggebers.

Die Heilsgeschichte tritt verstärkt erst im Mittelalter in Erscheinung. Dabei ist zu unterscheiden zwischen Augustinus' theologisch ausdifferenziertem Begriff weltlicher und himmlischer Geschichte<sup>155</sup> und allgemeiner gehaltenen religiösen Vorstellungen. Die Verbreitung der heilsgeschichtlichen *mappa mundi* leitet sich aus einer zunehmenden Intensivierung des christlichen Glaubens im Mittelalter und dessen expansiven Tendenzen zur Erweiterung seiner Einflusssphäre her, die unter anderem durch die historischen Ereignisse der Kreuzzüge prägend für diese Epoche waren. Um an diesem Beispiel zu zeigen, wie die jeweilige religiöse Ausrichtung der Karte grundlegenden Einfluss auf die Gestaltung nahm, ist es nötig, die Parameter der Heilsgeschichte kurz zu erklären.

Dabei fasst der Begriff der Heilsgeschichte nach Augustinus den ewigen Kampf zwischen dem Reich Gottes und dem Reich des Teufels

---

<sup>154</sup> U. Schneider, 2004, S. 27.

<sup>155</sup> Vgl. Augustinus: Vom Gottesstaat: (De civitate dei), hg. von Carl Andresen, München, 2011, Buch 11.

zusammen.<sup>156</sup> Das Konzept der Heilsgeschichte nach Augustinus gliedert sich in drei Phasen, mit der Schöpfung als erste, über die Weltalter als zweite bis zum Ewigen Reich als dritte Phase.<sup>157</sup> Relevant ist dabei besonders die zweite Phase, die sich in sechs durch die Heilige Schrift definierte Weltalter unterteilt: das Weltalter Adams, das der Sintflut, das Weltalter Abrahams, das Weltalter Davids, das babylonische Weltalter und schließlich das Weltalter Christi als alles, was mit dem Leben und Sterben Jesus zu tun hat. Nach Augustinus befindet sich die Menschheit in der zweiten Phase, und darin im letzten Weltalter, das so lange andauern wird, bis mit der Apokalypse (verstanden als dem Ende der irdischen Welt) die letzte Phase eingeläutet wird.<sup>158</sup> Die Heilsgeschichte umfasst alle sechs Weltalter und beschreibt damit die Zeit selbst, indem davor und danach (im Reich Gottes) keine Zeit besteht. Der Inhalt der heilsgeschichtlichen *mappa mundi* stellt die Welt also auf Basis der sechsten Phase dar, des Interims zwischen Schöpfung und Auflösung der Welt.

Klar zu erkennen ist der Fokus der Karten auf Jerusalem als Mittelpunkt des geistlichen Weltgeschehens, zugleich Mittelpunkt der Karte und damit auch der Welt. Nicht nur wird Jerusalem immer im Mittelpunkt dargestellt, auch die Größe der Abbildung der Stadt ist nach der überragenden Bedeutung der Stadt für die Entstehung und Ausbreitung des Glaubens gewählt. So erscheint es geistesgeschichtlich als selbstverständlich, dass Jerusalem denselben Raum auf der Karte einnehmen muss wie die an die Stadt angrenzenden Länder. Ebenso verhält es sich mit anderen für die Heilsgeschichte wichtigen Orten: Die Größe ihrer Abbildung richtet sich nach ihrer Bedeutung für die weitere Ausbreitung des christlichen Glaubens. Darüber hinaus sieht man oft, dass die Kartografen auch ihre individuellen Ansichten in die Karte mit einfließen lassen. So sind zum Beispiel oft die Heimatorte

---

156 Augustinus: *Vom Gottesstaat*: (De civitate dei), hg. von Carl Andresen, München, 2011, Buch 14, Kapitel 28.

157 Augustinus, 2011 Buch 22, Kapitel 30.

158 Augustinus, 2011 Buch 22, Kapitel 30.

und Gegenden des Ausführenden zuweilen besonders detailliert ausgeführt. Ähnlich verhält es sich mit der Darstellung von Residenzen und Ländereien der jeweiligen Auftraggeber. Nicht zuletzt ist zu bemerken, dass im Gegensatz zur geografischen Karte, die im Anschluss betrachtet wird, die *mappa mundi* keine abstrakten Grenzen im Sinne einer Trennlinie zwischen gesellschaftlichen oder politischen Gegebenheiten zieht, also keine Unterschiede in verschiedenen sozialen oder politischen Bereichen kennzeichnet.<sup>159</sup>

Das Kriterium der Verhältnisse, die auf Karten abgebildet sind, gleich ob mentale oder geografische, können nicht ohne ihren zeitgeschichtlichen Kontext verstanden werden, auch wenn sie uns im Falle der geografischen Karte als ein Sinnbild an Objektivität erscheinen.<sup>160</sup> Alle Karten, heilsgeschichtliche und geografische, tragen, wie es besonders bei den *mappae mundi* deutlich wird, immer noch Spuren einer Weltansicht, in deren Kontext sie entstanden sind, mit sich.<sup>161</sup> Während bei den *mappae mundi* noch die Bedeutung eines Ortes, und damit die Art und Weise seiner Einzeichnung und Abbildung, durch seinen heilsgeschichtlichen Kontext definiert wird, ist das grundlegende Ziel einer topografischen Karte in einem ganz anderen Sinne möglichst authentisch zu sein.<sup>162</sup>

### 3.2.2.1 Die geografische Karte

Die Grundlage für geografische Karten, wie sie bis heute in verschiedenster Form verwendet werden, bildet ein von Claudius Ptolemäus im 2. Jahrhundert n. Chr. entwickeltes Grundprinzip.<sup>163</sup> Der Astronom und Geograf beschäftigte sich mit der Frage, wie sich die sphärische Form der Welt auf einer Fläche abbilden lassen könnte, ohne die Abbildung zu stark zu verzerren und damit zu verfälschen.<sup>164</sup> Das Resultat bildet

---

<sup>159</sup> U. Schneider: Die Macht der Karten, S. 97.

<sup>160</sup> U. Schneider, 2004, S. 23.

<sup>161</sup> U. Schneider, 2004, S. 33.

<sup>162</sup> U. Schneider, 2004, S. 27.

<sup>163</sup> U. Schneider, 2004, S. 14.

<sup>164</sup> S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 25.

die von Ptolemäus ersonnene Projektionstechnik,<sup>165</sup> die sogleich kurz erläutert wird. Es ist bemerkenswert, dass Ptolemäus in seiner Eigenschaft als Astronom schon von der Vermessung der Welt als einer Sphäre ausgegangen ist, und nicht als einer Scheibe. Die von Galileo Galilei im 17. Jahrhundert angestoßene Kontroverse um die wahre Form globaler Weltverhältnisse lässt oft übersehen, dass mit Ptolemäus zumindest kartentechnisch schon neuzeitliche Standards vorweggenommen wurden. Überliefert wurde dieses Wissen durch Ptolemäus Schriften. Das *Handbuch der Geographie* und der *Almagest* zählen nicht umsonst zu den wichtigsten erhaltenen Werken der Wissenschaftsgeschichte.<sup>166</sup> Erstere enthält das Wissen und die Auseinandersetzung in der Antike mit Astronomie, Physik, Mathematik und »fasst in vorbildlicher Weise das ganze geografische Wissen der Antike zusammen.«<sup>167</sup>

Ptolemäus Leistung gliedert sich in die Entwicklung eines einheitlichen Koordinatensystems, einer neuen Projektionsmethode und der Zusammenführung beider zu einer Karte der damals bekannten Welt. Die Grundlage für das Koordinatensystem bildet die Sammlung und Auswertung von Reiseberichten und astronomischen Ortsbestimmungen, die in ein einheitliches auf Gradwerten basierendes System übertragen werden – ein System, das in seiner Grundfunktion und Ausgestaltung noch heute verwendet wird:<sup>168</sup>

Für die Längenbezeichnung geht er von einem Nullmeridian aus, den er durch die Kanarischen Inseln, den Westrand der damaligen Ökumene, legt. Die Breiten zählt er, wie noch heute üblich, vom Äquator ( $0^\circ$ ) zum Pol ( $90^\circ$ ).<sup>169</sup>

---

165 U. Schneider, 2004, S. 14.

166 Alfred Stückelberger: »Erfassung und Darstellung des geographischen Raumes bei Ptolemäus«, in: Stephan Günzel (Hg.): *KartenWissen. Territoriale Räume zwischen Bild und Diagramm*, Wiesbaden, 2012, S. 63–79, hier S. 63.

167 A. Stückelberger, 2012, S. 63.

168 A. Stückelberger, 2012, S. 69.

169 A. Stückelberger, 2012, S. 69.

Dabei unterteilt er die damals bekannte Welt in 180 Längengrade (West-Ost-Ausdehnung) und 80 Breitengrade (Nord-Süd-Ausdehnung), aus denen sich Ortsbestimmungen ableiten lassen.<sup>170</sup> Die zusammengetragenen Daten umfassen 6.400 Koordinaten von wichtigen Örtlichkeiten und bilden damit die ausführlichste erhaltene Datenbank der Antike. Die Arbeit von Ptolemäus vermittelt ein Verständnis der bekannten Welt der Antike, die an ihren Rändern in die *terra incognita* übergeht. Dabei bilden der Nullmeridian durch die Kanaren und China die West- und Ostgrenzen, während die Nord-Süd-Ausbreitung von der Insel Thule bis weit südlich des Äquators reicht.<sup>171</sup>

Die bekannteste Leistung von Ptolemäus ist die Entwicklung eines Konstruktionssystems,<sup>172</sup> mit dem es möglich wird, die gesammelten Daten in eine Karte<sup>173</sup> der Welt zu übertragen.<sup>174</sup> Mit der ersten ptolemäischen Projektion wird das zuvor erwähnte Gradnetz über eine Kegelprojektion gelegt.<sup>175</sup> Trotzdem gelingt es nicht, alle Längenabstandsverhältnisse mit dieser Konstruktion zu wahren, weshalb Ptolemäus eine zweite Projektionsform entwickelte, die sich durch die Krümmung der Meridiane auszeichnet:

Da es in der ersten Projektion nicht gelingt, alle Längenabstandsverhältnisse der Kugel zu wahren (die Längen nehmen zum Pol hin nicht linear, sondern in einer Cosinusfunktion ab), entwirft Ptolemäus eine

---

<sup>170</sup> S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 25.

<sup>171</sup> A. Stückelberger, 2012, S. 71.

<sup>172</sup> U. Schneider, 2004, S. 14.

<sup>173</sup> U. Schneider, 2004, S. 14.

<sup>174</sup> Es muss darauf hingewiesen werden, dass es sich bei dem Konstruktionssystem des Ptolemäus genau genommen nicht um Kegelprojektion handelt und der Begriff fälschlicherweise verwendet wird. Alfred Stückelberger erläutert dazu: »Die Bezeichnung ›Kegelprojektion‹ ist aufgrund der Ähnlichkeit der Konstruktion mit einem aufgerollten Kegelmantel aufgekommen. Im mathematischen Sinne handelt es sich jedoch nicht um eine Kegelprojektion: Die von Ptolemäus angeführte Konstruktion ist keine Projektion, und das Wort ›Kegel‹ (konos) kommt bei ihm gar nicht vor.« Stückelberger: Erfassung und Darstellung des geographischen Raumes bei Ptolemäus, S. 70.

<sup>175</sup> S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 25.

zweite Projektionsart, welche die Längenabstandsverhältnisse auch bei dazwischen liegenden Parallelkreisen von Syene und Rhodos wahrt; daraus ergeben sich gekrümmte Meridiane<sup>176</sup>

Die auf der zweiten ptolemäischen Projektion basierenden Karten bilden die Grundlage für ein geografisches Referenzsystem, dessen Prinzipien bis heute Bestand haben.<sup>177</sup> Das verwendete Liniennetz kennen wir nach einigen Weiterentwicklungen heute als das System von 180 Breiten- und 360 Längengraden. Sie bilden das geografische Netz um unsere Erde.

Bis es zu den einheitlichen Standards kommt, die heute flächendeckend auf der Welt gelten und in Weltkarten Einzug bis in die Kinderzimmer gehalten haben, vergehen fast zwei Jahrtausende – eine Zeit, in der sehr unterschiedliche Herangehensweisen und Weltanschauungen die Ausgestaltung von Karten bedingt haben. Mit der Sonderform heilsgeschichtlicher Kartografie im Mittelalter wurde eine davon bereits angesprochen. Nicht nur die Kulturgeschichte und unsere aktuelle Kulturtheorie haben dabei betont, dass derartige Vereinnahmung nicht als gläubig naiv oder schlicht anzusehen sind, sondern als das Produkt vergangener Zeiten. Immer noch sind Pilgerkarten im Umlauf und verbreitet, die den Heilsuchenden einen Weg weisen können.

Andere Herangehensweisen finden sich etwa in strategischen Karten für das Militär und den Handel, oder in landwirtschaftlich genutzten Darstellungen von Kalendern, in der Darstellung von Feudalstrukturen und kirchlichen Vasallenverhältnissen. Besonders bedeutsam waren dabei die sogenannten *portolan charts* als Karten für die Orientierung und den Handel. Charakteristisch für diese Karten ist der Fokus auf die Seefahrt. An den Umrisslinien der Kontinente sind nur die Häfen eingezeichnet und der zentrale Ausdruck der Karten besteht in den farblich hervorgehobenen Orientierungslinien, die sich sternförmig von zentralen Orientierungspunkten ausbreiten.<sup>178</sup>

---

<sup>176</sup> A. Stückelberger, 2012, S. 71.

<sup>177</sup> U. Schneider, 2004, S. 14.

<sup>178</sup> P. Barber, 2005, S. 62.

Als ein anderes Beispiel kann die Karte der Stadt Cholula dienen, angefertigt während der Eroberung des aztekischen Reichs durch die Spanier (1512). Sie stellt eine Mischung aus christlicher und indiger Kartenkunst dar. Die Karte zeigt, wie sich die traditionelle Raum- und Weltwahrnehmung der südamerikanischen Ureinwohner in dem von den christlichen Spaniern durchgesetzten Kartensystem abbildet. Im Gegensatz zur europäischen definiert die indigene Weltsicht den Raum nicht nach geografischen Formen, sondern durch den Raum der Gemeinschaft und des menschlichen Handelns darin.

Die Karte von Cholula zeigt eine Stadt karte nach dem vorgegebenen Rastersystem der Spanier, jedoch entspricht die Anordnung dem Wertesystem der indigenen Bevölkerung, indem die Anordnung der Häuser und Nachbarschaftsverhältnisse die sozialen und gesellschaftlichen Verhältnisse der Stadt darstellen. Die gegen den Uhrzeigersinn angeordneten Stadtteile zeichnen ein Bild der politischen Hierarchie der Stadt vor der Kolonialisierung:

The Cholula map shows the town as a grid plan, a design newly imposed by Spanish colonizers, but its organisation and arrangement of its neighborhoods, it reinstates the social layout of the pre-hispanic city.<sup>179</sup>

In der Karte von Cholula wird ersichtlich, wie sich die tief verwurzelten mentalen Karten in einem neuen System halten und abbilden. Darüber hinaus ist sie ein Indiz dafür, wie graduell der Übergang von einem Kartensystem zum anderen stattfindet.

Klar wird damit, dass das eurozentrische Verständnis einer euklidisch geradlinigen Vermessung der Welt nicht zutrifft. Schaut man auf die Vielzahl der unterschiedlichen Kartentypen und ihrer Herangehensweisen, erscheint ihre Fortentwicklung stattdessen bedingt von einer Vielzahl von Einflusssphären, die miteinander ringen und sich gegenseitig beeinflussen – all dies, bis sich schließlich im 19. Jahrhundert mit der Vermessung der Welt durch Alexander von Humboldt (1769–1859) eine bis heute gültige Vereinheitlichung anbahnt.

---

179 P. Barber, 2005, S. 118.

Die Vermessung der Welt bezeichnet damit nicht die Fertigstellung einer abschließenden geografischen Vermessung der Erde, sondern die Etablierung der Geografie als empirische Wissenschaft. Die geografische Karte wird zum Medium wissenschaftlicher Forschung. Humboldt wird zugeschrieben, mithilfe der Geografie als Wissenschaft »einen neuen Wissens- und Reflexionsstand des Wissens von der Welt«<sup>180</sup> geschaffen zu haben. Das Kernstück dieser Leistung bildet die Kombination von geografischem Kartenmaterial mit akribisch vermessenen wissenschaftlichen Erhebungen (über das Klima, Flora und Fauna) zu einem wissenschaftlich gestützten Kartenformat. Es geht dabei im Gegensatz zu vorherigen Ansätzen nicht mehr lediglich um eine möglichst genaue geografische Abbildung der Welt, sondern um die Herstellung geografischen Wissens.<sup>181</sup> Humboldt entwickelte somit eine im hohen Maße visuelle Forschungsmethode, die es ermöglicht, die Welt als Ganzes zu verstehen und globale Zusammenhänge anschaulich in Bezug zu setzen:<sup>182</sup>

Im Vergleich zu seinen Vorgängern begnügt sich Humboldt nicht mehr mit dem Beschreiben, Sammeln, Registrieren und Berichten, sondern verwendete systematisch Beobachtungs- und Messmethoden, um diese zusammenzufassen und daraus größere Zusammenhänge abzuleiten.<sup>183</sup>

Mit »größeren Zusammenhänge[n]« ist an dieser Stelle nichts weniger gemeint als Humboldts zugrundeliegendes Vorhaben der Konstruktion

- 
- 180 Ottmar Ette: Alexander von Humboldt und die Globalisierung. Das Mobile des Wissens, Frankfurt a.M., Leipzig, 2009, S. 13.
- 181 Stephan Günzel (Hg.): KartenWissen. Territoriale Räume zwischen Bild und Diagramm, Wiesbaden, 2012, S. 5.
- 182 Birgit Schneider: »Linien als Reisepfade der Erkenntnis. Alexander Humboldts Isothermenkarte des Klimas«, in: Stephan Günzel (Hg.), KartenWissen. Territoriale Räume zwischen Bild und Diagramm, Wiesbaden, 2012, S. 175–200, hier S. 191.
- 183 B. Schneider, 2012, S. 190. Schneider bezieht sich dabei auf die Schriften von Otto Nowotny über die Geografie von Pflanzen, in denen Humboldt durch seine Leistung besondere Erwähnung findet.

eines »Naturgemäldes«. Unter diesem Begriff versteht er die Darstellung der Auswirkungen des Klimas auf alle Lebewesen,<sup>184</sup> wobei er den Begriff des Klimas sehr weit definiert. So umfasst er »in seinem allgemeinsten Sinne alle Veränderungen in der Atmosphäre, die unsere Organe merklich affizieren.«<sup>185</sup> Diese Beeinflussung reicht bei Humboldt von der Temperatur über die elektrische Spannung bis hin zum Wetter und schließt sogar die daraus resultierenden Gefühle und Emotionen der Menschen mit ein. Das Ziel von Humboldts Bestrebungen kann in Bezug auf Heidegger als *Weltbild* bezeichnet werden.<sup>186</sup> Mit seiner Sichtweise und Methodik schafft Humboldt ein System für »die Benennung des Seienden im Ganzen«,<sup>187</sup> eine Einordnung des Einzelnen in ein übergeordnetes Verständnis. Humboldt schafft damit das wissenschaftliche Fundament für das Konzept des Weltentwurfs.

Was bei Humboldt zusätzlich ins Auge fällt, ist die beginnende Loslösung der geografischen Karte von der erfahrbaren Welt. Die Karte ist nicht mehr nur eine Abbildung dessen, was gesehen wird, sondern sie wird erweitert zu einer Abbildung geistigen Wissens.<sup>188</sup> Als veranschaulichendes Beispiel, wie Erkenntnis, diagrammatische Verfahren und Kartographie in diesem Sinne zusammenfinden, soll Humboldts Isothermenkarte dienen. Diese »stellt ein erstes, auf Messungen gepründetes Bild der Klimazonen der Erde dar.«<sup>189</sup>

Was Humboldt sichtbar machen wollte, waren Gestalt und Verlauf der Wärmegürtel und ihr kartographischer Bezug zur Erdoberfläche. Es sind die ins Kartenraster eingefügten Linien welche diese Erkenntnis transportieren. Die Kurven sind jedoch keine Linien im Sinne eines Konzeptes der Ähnlichkeit. Sie liefern kein Wissen über das Aussehen des Forschungsgegenstandes. Stattdessen sind Isotherme Linien, die

<sup>184</sup> B. Schneider, 2012, S. 176.

<sup>185</sup> Alexander von Humboldt: Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung, Stuttgart und Tübingen, 1862, S. 340.

<sup>186</sup> B. Schneider, 2012, S. 191.

<sup>187</sup> Martin Heidegger: Holzwege, Frankfurt a.M., 1950, S. 89.

<sup>188</sup> B. Schneider, 2012, S. 182.

<sup>189</sup> B. Schneider, 2012, S. 176.

genauso wie Meridiane keine Gegebenheiten in der Natur wie eine Küstenlinie wiedergeben.<sup>190</sup>

Die geografische Karte mit ihren Rastern und Meridianen bildet also den Rahmen, in dem dann Linien eingezeichnet werden, über die dann selektives Wissen vermittelt wird, das in seinen Zusammenhängen erst durch die Abbildung verständlich wird. Mit Humboldt wird es möglich, eine Repräsentation räumlicher Wahrnehmung zu schaffen, die das wissenschaftliche Verständnis der Welt und ihrer Phänomene miteinschließt. Eine wichtige Grundlage dafür war Humboldts Beitrag zur Weiterentwicklung der geografischen Kartografie, denn von essenzieller Bedeutung für die geografische Methode ist seine Ergänzung der visuellen geografischen Karte um die dritte Dimension:

Er übertrug die kartographische Praxis des Bergbaus, Profile der Erde in vertikaler Projektion zu zeichnen, (...) auf die allgemeine Kartographie. Mit den so konstruierten Profillinien von Gebirgen ließ sich die dritte Dimension der Höhe in die Kartographie einführen, die das Bild der Erde vervollständigte.<sup>191</sup>

Das geografische Bild der Erde erhebt sich also durch diese Integration von einem Seitenrissverfahren in die Dreidimensionale. Humboldt ordnet damit seine Forschungsergebnisse nicht auf einer Fläche, sondern in den Raum ein.

Zusammengefasst: Mit dem ursprünglichen Gedanken von Ptolemäus entsteht ein Konzept, das auf mathematisch-geometrischer Grundlage operiert und damit für sich in Anspruch nimmt, nicht mehr subjektiv zu sein. Durch Alexander von Humboldt wird dieses Konzept der Weltanschauung auf die nächste Ebene gehoben, Da Humboldt die Geografie als empirische Wissenschaft etabliert und den Grundstein für die visuelle Kommunikation von unsichtbarem Wissen und Raumwahrnehmung legt. Dabei vervollständigt er zusätzlich noch das geografische Bild der Welt durch die visuelle Integration der dritten Dimension, der

---

190 B. Schneider, 2012, S. 181.

191 B. Schneider, 2012, S. 191.

Höhe. Die lebensweltlichen und heilsgeschichtlichen Konzepte wie jene der *mappa mundi* werden abgelöst durch die neuzeitliche Karte als geistiges Konstrukt der Welt.

### 3.2.2.2 Weltentwurf und Linienwelt

Mit diesem Konstrukt entsteht ein einheitliches System zur visuellen Kommunikation mentaler Karten, bei dem es um das Einziehen einer Metaebene zwischen geistiger Welt und Lebenswelt auf Basis der Geometrie geht. Die Linie zeigt sich damit wieder als ein universelles Kommunikationswerkzeug zur visuellen Vermittlung von Wissen, unabhängig davon, was dabei kommuniziert wird. Es macht keinen Unterschied, ob Konzepte, Ideen, Formen, Grenzen, Verbindungen und Strukturen weitergegeben werden sollen, alles ist in diesem System darstellbar. Durch die veränderte Darstellung wandeln sich auch die mentalen Karten und damit die Wahrnehmung der Welt.<sup>192</sup> Dies ist nur möglich durch das Einbeziehen jener Abstraktionsebene der linearen Darstellung, wie sie für die Zeichnung prägend ist. In der geografischen Karte hilft die Linie damit, zeichnerisch ein neues Konzept der Welt zu vermitteln. Das macht es möglich, die Welt als Ganzes und die jeweiligen Größen von Ländern und Kontinenten in Relation zueinander darzustellen. Mit dem Begreifen der Welt als Ganzes entsteht die Grundlage für den Weltentwurf:

Voraussetzung dafür war eine neue Perspektive auf die Welt und ihre Geschichte, die sich im 15. Jahrhundert allmählich durchsetzt. Die Welt wurde nicht mehr von der Heilsgeschichte und damit von innen betrachtet, sondern die Menschen begannen, einen Blick von außen auf sich zu werfen.<sup>193</sup>

Durch den Blick von außen entsteht ein Verständnis dafür, was Welt ist. Man könnte sagen, in der Karte wird die Welt zur Welt. Mit dem Blick auf das Ganze entsteht auch die Möglichkeit, ein Konzept der eigenen Position in der Welt zu entwerfen. Der heilsgeschichtliche Horizont wird da-

---

<sup>192</sup> U. Schneider, 2004, S. 81.

<sup>193</sup> U. Schneider, 2004, S. 33.

mit ersetzt durch ein System aus Rastern, Grenzen, Abgrenzungen und daraus resultierenden Definitionen. Bevor es zu einer individuellen Verortung und damit zum Verständnis der eigenen Position in diesem System kommen kann, muss es sich flächendeckend verbreiten. Die geografische Karte erfährt ihre Ausbreitung zuerst durch ihre Anwendung von politischen, nationalen Zusammenhängen, bevor durch eine fortschreitende Ausbreitung in den menschlichen Alltag eine individuelle Verortung möglich wird. Mit der geografischen Karte verbreitet sich damit auch ein einheitliches System, nach dem sich prägende mentale Karten ausbilden, die das individuelle Verhalten in der Welt grundlegend beeinflussen. Mit der Verbreitung von Wissen kann Gesellschaft gestaltet werden. Nicht umsonst ist auch die Initiative für die Entwicklung und Verbreitung eines geografischen Weltverständnis von politischen und militärischen Ambitionen getragen.<sup>194</sup>

Dies geschieht graduell vom Großen ins Kleine. So waren Karten zuerst unverzichtbare Mittel der Expansion und Kolonialisierung.<sup>195</sup> Ländergrenzen und deren Kommunikation führten fast zwangsläufig zu einer Einigung auf Normen, in diesem Falle auf ein Vermessungssystem für den Dialog mit den angrenzenden Ländern. Neben der Abgrenzung nach außen führt die Kommunikation der Grenzen auch zu einer Definition nach innen. Das Resultat ist ein neues nationales Selbstverständnis:

Karten sind seit dem 18. Jahrhundert ein wichtiger Bestandteil des Nationalisierungsprozesses, weil sie die Topographie entlang nationaler Grenzen strukturieren und auf diesem Wege die geographische Einheit der Nation herbeizeichnen.<sup>196</sup>

Die Formulierung ist besonders insoweit bemerkenswert, als die Wortwahl impliziert, dass Nationen nicht gegründet, sondern *herbeizeichnet*

---

194 Diese Aussage ist nach wie vor aktuell, so wurde Google Maps im Kontext militärischer Forschung als Aufklärungstechnologie entwickelt. Die heutige Form war nur ein willkommenes Beiprodukt. F. v. Borries: Weltentwerfen, S. 68–69.

195 U. Schneider, 2004, S. 16.

196 U. Schneider, 2004, S. 23.

werden. In diesem Sinne sprechen wir von einem aktiven Schaffensprozess, der über die abstrakte Ebene linearer Darstellung die Entstehung eines nationalen Konstruktions ermöglicht. Durch die gezogenen Linien und die daraus resultierende Vergleichbarkeit von Dimensionen und Entfernung wird ein neues Bewusstsein von Identität und Verortung geschaffen. Ein Beispiel für die Aktualität der Auswirkungen dieser Blickweise ist die politische Lage Großbritanniens. Ein wichtiger Faktor für die Distanzierung im kulturellen und politischen Verständnis der britischen Gesellschaft ist das historisch gebildete Verständnis der Geografie des Landes und dessen geografischer Separation vom restlichen Europa:<sup>197</sup>

Die Briten lernten [durch die Karte] ihr Land kennen und entwickelten eine räumliche Selbstdefinition über Lage und Grenze ihres Landes. Diesbezüglich unterschieden sie sich nicht vom kontinentalen Europa, wohl aber im Hinblick auf die Ergebnisse, denn im Falle Großbritanniens führte er zur Ausbildung einer Vorstellung von Distanz und Differenz gegenüber dem Kontinent. Diese Weltsicht ging über eine rein räumliche Entfernung hinaus.<sup>198</sup>

Dies bedeutet, dass beispielsweise die Trennung einer Insel vom Festland eine größere Distanz, auch im Kulturellen, bewirken kann, als dieselbe Entfernung ohne geografisch signifikante Trennungen durch Meere oder Berge. Der Nationalisierungsprozess konnte historisch freilich auch zur Ausbildung von Extremen führen, wie nationalistische Strömungen in der Politik und daraus resultierende Folgen für die Menschen.

Der Prozess der Abgrenzung des Einen vom Anderen, wie er exemplarisch für Ländergrenzen gezeigt wurde, endet dort natürlich nicht. Mit der Vermessung der Erde als Basis für politisches Handeln ist das Fundament gelegt für die vollständige Darstellung der Welt. Dies schließt auch die nichtbevölkerten Bereiche der Erde mit ein. Da alles vermessen und eingesortiert werden kann, wird die Grundlage

---

197 U. Schneider, 2004, S. 62.

198 U. Schneider, 2004, S. 62.

geschaffen, dass es keine Natur im Sinne einer unbekannten Wildnis mehr außerhalb der Stadt gibt, denn mit der Definition der Stadt ist auch die Natur definiert und durch die Karte vermessbar und zu einem Modell geworden.<sup>199</sup> Das Individuum bekommt damit die Möglichkeit, seine Umwelt und die Zusammenhänge, in denen es sich bewegt, jeweils voneinander abzugrenzen und in Relation zueinander zu setzen. Der geistige Horizont erweitert sich wortwörtlich. Wo zuvor ein Selbstverständnis in Relation zum Glauben und dem direkten Umfeld stand, ist nun die Möglichkeit einer globalen Zuordnung gegeben.

Das entstandene System schafft ein Fundament, auf dem nicht nur nationale und politische Aspekte abgebildet werden können. Der Inhalt des Abgegrenzten ist variabel bestimmbar. Die eingezeichneten Grenzen können alles Mögliche voneinander trennen. Auch wenn dasselbe topografische Kartenmaterial zugrunde liegt, gibt es doch verschiedene Linienkonzepte, die auf dieser Basis verschiedene Ideen vermitteln können. Staatliche Grenzen sind uns gut bekannt, aber darüber hinaus gibt es unzählige weitere Grenzen wie kulturelle, religiöse, klimatische, politische usw. Grenzen, die alle ihre jeweilige Berechtigung und Aktualität haben. Es gibt also unterschiedliche Grenzlinien auf der Karte: Die einen bilden als topografische Umrisslinien von Kontinenten die Basis der Orientierung, alle anderen legen die verschiedenen Konzepte darüber. Karten, die nicht nur geografische Gegebenheiten darstellen, sondern Konzepte vermitteln, werden thematische Karten genannt. Auf die verschiedenen Formen der Linie und die daraus resultierenden unterschiedlichen Kartentypen wird im Kapitel über die Linientypen eingegangen.

Wichtig ist hier, wie sich das entstandene System von einer Form der Abbildung und Dokumentation zu einem Weltentwurfswerkzeug wandelt. Mit den vorausgegangenen Ausführungen ist deutlich geworden, wie es zu dem Durchbruch eines Weltverständnisses auf der Basis von geografischen Karten gekommen ist, nämlich primär dadurch, dass die Welt als Ganzes erfassbar wurde. Dies bildet nun die Grundlage, auf der

---

<sup>199</sup> O. Aicher, 2015, S. 188.

wir den gestalterischen Umgang mit dem Weltbild thematisieren können.

Im ersten Schritt ist es wichtig aufzuzeigen, dass durch das neue Weltverständnis die Karte nicht nur als Abbildung der äußerlich wahrnehmbaren Welt verstanden wird, sondern der Entwurf mit ihr gleichgesetzt wird. Die Verbindung von dem dargestellten Kontext und dem darstellenden Medium der Karte ist in der Wahrnehmung so nahe, dass ihre Übergänge teilweise fließend sind und sie sich gegenseitig überlagern. Dies geht so weit, dass die Herrschaftshäuser der frühen Neuzeit den Besitz einer Landkarte dem Besitz der darauf abgebildeten Ländereien gleichsetzten.<sup>200</sup> Die Kommunikation der Informationen geografischer Gegebenheiten wird nicht als Darstellung der Welt, sondern als Teil der Gebenenheiten in der Welt wahrgenommen.

Dies schafft die Möglichkeit, durch die Karte direkt die Welt zu verändern, sie neu zu entwerfen und zu gestalten. Vom statischen Besitzen der Ländereien durch eine kartografische Repräsentanz ist es nicht mehr weit zu dem Schritt, Grenzen nicht mehr physisch, durch Grenzmauern oder Markierungen, sondern ausschließlich durch Linien auf der Karte festzulegen. Unter diesem Gesichtspunkt markiert der *Vertrag von Tordesillas* einen Wendepunkt für die Weltgestaltung.

In diesem Vertrag wurde die *Demarkationslinie* festgelegt. Diese 1494 vertraglich festgehaltene Linie verlief vom Nord- zum Südpol durch den Atlantik, 2000 Kilometer westlich der Kapverdischen Inseln und trennte den Kolonialisierungs- und Expansionsraum der beiden Großmächte Spanien und Portugal. Wegen ihrer überragenden Bedeutung gerade auch im Hinblick auf die vollständige Vermessung der Welt wurde dieser Linienzug als die *Teilung der Welt* bezeichnet.<sup>201</sup> Der vereinbarte Vertrag legte eine Grenze fest, die, obwohl sie niemals physisch gezogen wurde, die Geschichte und gesellschaftliche Entwicklung der Welt nachhaltig beeinflusste. Entsprechend ist die spanisch-portugiesische Sprachgrenze in Südamerika auf die linientechnischen Weltenteilung in Tordesillas

---

<sup>200</sup> U. Schneider, 2004, S. 8.

<sup>201</sup> U. Schneider, 2004, S. 80.

zurückzuführen. Dass in Brasilien Portugiesisch gesprochen wird, in Argentinien, Chile, Peru etc. hingegen Spanisch, wird verständlicher, wenn man die einstmals imaginäre Linie sprachlich fürbare Münze nimmt.

Ab Tordesillas kann davon gesprochen werden, dass die Gestaltung der Welt über die Beeinflussung von mentalen Karten mithilfe einer Metabene geschieht:

Seit Tordesillas werden Grenzziehungen zuerst auf einer Karte vollzogen, bevor sie – wenn überhaupt – materiell in Grenzsteine, Türme, Zäune und Posten umgesetzt werden.<sup>202</sup>

Mit der sogenannten Teilung der Welt werden Grenzen also zuerst abstrakt, d.h. konzeptionell gezogen und haben auch ohne eine physische Repräsentanz direkten Einfluss auf die Wahrnehmung der Welt und ihre direkte Veränderung. Unerlässliche Voraussetzung dafür ist die flächendeckende Verbreitung der jeweils aktuellen Informationen. Das ist vor allem dann wichtiger, wenn es keine physischen Repräsentationen der auf der Karte eingezeichneten Veränderungen gibt, die auf die veränderten Bedingungen hinweisen. Dies vorangestellt, lässt sich sagen, dass mit dem Zug einer Linie die Wahrnehmung der Welt neu definiert werden kann.

Es gilt zu betonen, dass die Aufteilung sich nicht auf eine Weltgegend bezieht, die schon bekannt ist; es geht vielmehr um ein neues Konzept der Orientierung in der Welt. Das Verständnis der Karte ist diesem Umstand entsprechend in jüngster Zeit weit komplexer geworden. Wir sprechen nun von einer »Konstruktion von Weltbildern, als Ausbildung von Vorstellungen, die die Menschen sich von der Welt machen.«<sup>203</sup>

Zusammengefasst wurde mit der Karte die Welt zum Entwurf gemacht: Zuerst hat die Karte die Welt abgebildet, um sie verständlich zu machen. Im zweiten Schritt wurde dieses Verständnis als Konzept der Welt mit der physischen Welt gleichgesetzt, womit es dann im dritten Schritt möglich wurde, mit Veränderungen der Karte, d.h. mit neuen, durch die Linie geschaffenen Informationen, die Welt zu gestalten.

---

202 U. Schneider, 2004, S. 96.

203 K. Schlögel, 2004, S. 148–149.

Darin liegt der Übergang von einer an sich und immer schon gegebenen Lebenswelt zum Diktat einer Kreation, in der alles verhandelbar und grundsätzlich neu definiert werden kann. Jenes Diktat wird, wie im Disegno die Skizze, als geistiges Konzept in die Welt gebracht, als ein abstraktes Konzept von Strukturen, ein System von Normen und anderer regulativer Vorgaben, die Ordnung und Austausch erst ermöglichen.

Es wird klar, dass wir nicht mehr nur auf der Skalierungsebene der Karte arbeiten, sondern die Gestaltung jeden Bereich unseres Lebens durchdrungen hat. Ausgehend von der geografischen Vermessung ist das Verständnis von Linien nach und nach banales Alltagswissen geworden und hat damit den Weg frei gemacht für die flächendeckende Gestaltung mentaler Karten. So sind technische Zeichnungen längst nicht mehr nur im Industriekontext und in Entwurf und Herstellung zu finden. Egal in welchem Bereich, Linienzeichnungen stehen für die Festlegung eines Konzepts und Wissen darüber bzw. dessen Vermittlung. Dies reicht von der Nutzung als generelle Produktinformationen und Werbung über den Wohnungsgrundriss bei der Vermietung bis hin zu Visualisierungen von Netzwerken:

wir werden uns bewußt, daß der mensch, ob im guten oder im bösen, aus der natur herausgetreten ist. er ist ihr zwar verhaftet, aber er baut sich darüber eine zweite welt, die seiner eigenen konstruktionen.<sup>204</sup>

Aicher bezieht sich mit dieser Aussage hauptsächlich auf eine technische, von Menschen geschaffene Welt als die »zweite welt«. Aber genauso könnte mit dieser Welt weniger die der technischen Produkte gemeint sein, als das ihnen zugrundeliegende Ordnungs- und Informationssystem. So fußen besagte Konstruktionen, die diese zweite Welt bilden, auf einem einheitlichen Vermessungssystem, in das sich alle Interaktionen mit der Linie wie selbstverständlich einbetten.

Bis hierhin wurde davon gesprochen, mithilfe von Linienzeichnungen in Bezug auf die Welt mentale Karten zu gestalten, um damit die Welt zu gestalten. Um den Übergang zur Gestaltung im digitalen Raum

---

204 O. Aicher, 2015, S. 188.

zu schaffen, fehlt noch ein letzter Schritt. Es geht darum, dass sich das System des Weltentwurfs ein Stück weit vom Bezug auf die Welt löst. Fiktive Welten – darin sind auch digitale Welten eingeschlossen – basieren auf der Annahme, dass das Verständnis der Welt über geometrische Vermessung so grundlegend akzeptiert worden ist, dass es die Schnittstelle für Weltentwürfe bildet, die von der Realität abgekoppelt sein können, also keine physische Grundlage mehr haben müssen, auf die sich die Darstellungen der entworfenen Welten beziehen.

Sowohl im Analogen als auch im Digitalen werden Karten, technische Zeichnungen, Skizzen, Grundrisse etc. genutzt mit dem Ziel, die Ideen möglichst real erscheinen zu lassen. Die Karte von Mittelerde aus dem Roman *Der Herr der Ringe* von J. R. R. Tolkien ist ein prominentes analoges Beispiel, ebenso wie ausführliche technische Zeichnungen von Raumschiffen aus dem *Star-Wars*-Universum. Damit ist die Bandbreite des Weltentwurfs – vorläufig und skizzenhaft – aufgefächert von Grenzziehungen über Stadtplanung und Produktentwürfen bis hin zu der Konzeption von fiktiven Welten. In diesen Entwürfen geht es immer darum, antizipierend in die Zukunft zu schauen. Deswegen braucht es eine mentale und zugleich konstruktive Linienführung, da die Linie immer gleich den Kosmos mitschafft, den der Entwurf bedingt. Mit der Karte als Weltentwurfswerkzeug wird erkennbar, wie die Zeichnung die Realität gestalten kann, ohne schon in erster Instanz physisch werden zu müssen.

Dies bildet das Fundament für jegliche Form der Gestaltung, denn mit der Geometrie als Grundlage betten sich alle Entwurfstätigkeiten in das Weltentwurfssystem ein und verändern es. Andersherum gesagt wären ohne ein abstraktes, auf Definitionen und Normen basierendes Weltsicht-Konzept keine Entwürfe möglich, da sie im Stadium der Zeichnung nicht mit der Welt in Relation zu setzen wären. Der Weltentwurf ist eine fundamentale Grundlage für das Design und seine Gestaltungselemente. Unabhängig von der Skalierungsebene ist Gestaltung am Entwurf damit auch immer ein Erschaffen von Welt.<sup>205</sup> Durch

---

<sup>205</sup> O. Aicher, 2015, S. 196.

die Linie bzw. ihr definierendes Element der Abgrenzung und Grenzziehung wird die gedankliche Grundvoraussetzung des modernen Designs erst möglich. Moderne Gestaltung entwirft für eine globale, vernetzte Welt, deren Komplexität durch Linien greifbar gemacht wird. Durch die Interaktion mit dem System wird das System gestaltet, ausdifferenziert und aktualisiert.<sup>206</sup> Frei nach Hegel leistet das Design damit das, was die Kunst früher gemacht hat: Es zeigt die Welt in ihrer Gestaltung und macht die darunterliegenden Grundprinzipien erkennbar, Design zeigt die Gedanken der Welt. Wenn man die Umwidmung von Zitaten nicht grundsätzlich für häretisch hält, könnte man mit Hegel sagen: Design ist die Welt in Gestalten erfasst. Oder noch spezifischer: Was Design ist, ist wirklich, und was wirklich ist, ist Design.<sup>207</sup>

Im Rückblick über dieses Kapitel kann die geometrische Linie als Grundlage für den Weltentwurf bestätigt werden. Im Überblick über die Entwicklung der Karte von der Dokumentation über die Kommunikation zur Kreation ist ein System entstanden, das nicht nur eine Entwurfshaltung zur Welt ermöglicht, sondern alle anderen Entwürfe, wie Puzzleteile eines Ganzen, in sich einschließt. Durch die geometrische Linie entstehen für alle Konzepte und Konstruktionen Schnittstellen, die sie in gewisser Form Realität werden lassen, unabhängig davon, wie stark die Idee mit der Lebenswelt physisch verhaftet ist. Die Vermessung der Welt und die damit einhergehende Wahrnehmungsveränderung bildet nicht nur die Basis, um unsere Welt zu gestalten, sondern schafft das Fundament für einen erweiterten Begriff des Weltentwurfs: nicht nur den Entwurf einer Welt, sondern unendlich vieler Entwürfe von Welten, die alle auf der Linie basieren. Deutlich wird dies mit Blick auf die digitalen Medien und besonders für das Entwerfen in Extended Reality. Mit der geometrischen Linie als Grundlage für den Weltentwurf

---

206 F. v. Borries, 2018, S. 16.

207 Vgl. Georg Wilhelm Friedrich Hegel: »Philosophie ist ihre Zeit in Gedanken erfaßt«, in: ders.: *Grundlinien der Philosophie des Rechts*, hg. von Eva Moldenhauer und Karlheinz Michel, Frankfurt a.M. 1978, S. 25. Vgl. ebenso: »Was vernünftig ist, das ist wirklich; und was wirklich ist, das ist vernünftig.«, in: ebd., S. 11.

könnte man von einer durch Linien definierten Welt reden; von einer Linienwelt.

Jene auf der geometrischen Linie basierende Metaebene können wir als Linienwelt bezeichnen, die ein überindividuelles, geistiges Konstrukt der Welt bildet. Die Linienwelt dient als Grundgerüst, in das sich alle für die Gestaltung relevanten Formen visueller Kommunikation von Raumwahrnehmung, ob zu Dokumentation, Interaktion, Reflektion oder Entwurfsarbeit, einbetten.

### 3.3 Zusammenfassung Linienwelt

Die Entwicklung der Linie und der verbundenen Linienwelt kann in historische Abschnitte zusammengefasst werden. Dabei werden immer drei Aspekte dargestellt: Zeit – Interaktions- bzw. Darstellungsformen der Linie – Zugang zu den mentalen Karten.

Die Linie entsteht im **Neolithikum**, um die individuelle Wahrnehmung der Welt in ein Verständnis umzuwandeln und dieses kommunizierbar zu machen. So war die Linie in ihren Anfängen als Lotschnur, als Furche im Feld (Ackerbau), als Kerbe im Wachs oder Stein (Schreibtafeln) lebensweltlich vorhanden:

Erst mit und nach dem Übergang von der Altsteinzeit zur Jungsteinzeit, zum Neolithikum, werden die ersten Felder urbar gemacht, die ersten Häuser errichtet und die ersten Stoffe gewebt.<sup>208</sup>

Der Mensch fängt somit an, aktiv in die Natur einzugreifen, sie zugänglich zu machen, anstatt sich mit dem Gegebenen zufrieden zu geben.<sup>209</sup> Für diese Tätigkeiten war es notwendig, zu planen und sich über die entstandenen Pläne auszutauschen. Es entsteht der Bedarf für eine gedachte Ordnung des Raums und der Umgebung, die als Schnittstelle für den Austausch individueller Wahrnehmung dient. Für den Prozess der Sesshaftwerdung braucht es eine mentale räumliche Struktur, in welche

---

<sup>208</sup> M. Sommer, 2016, S. 61.

<sup>209</sup> M. Sommer, 2016, S. 130.

die entstehenden Regeln und Gesetzmäßigkeiten eingeordnet werden – die Linienwelt – und es braucht eine Repräsentation dieser gedachten Struktur – die Linie. Für die Urbarmachung des Landes, den Anbau von Pflanzen und den Hausbau gibt es Regeln, wie dies am besten zu bewerkstelligen ist. Der Abstand, die Linie zwischen den Pflanzen, ist ein »Gesetztes« für das, was dort wachsen soll und was nicht. Die Linie entsteht in dem Augenblick, wo eine praktisch angewandte Geometrie ihren Anfang nimmt. Nach Manfred Sommer geschieht dies, indem der Bauer die Samen der Pflanzen in immer gleichem (abgemessenen) Abstand in den Boden gibt:

[...] dass er [der Bauer] mit der Anerkennung des Anspruchs der Pflanzen auf gleichen Abstand von ihresgleichen ein erstes Stück Geometrie »begründet«; vielleicht sogar historisch und systematisch das erste Stück, wenn es denn stimmen sollte, dass schon für die Euklidische Geometrie der bloße Abstand zwischen zwei Punkten als Grundlage ausreichend sei.<sup>210</sup>

Diese ersten Abstände zwischen den Pflanzen bilden gewissermaßen die ersten Linien des Gitternetzes, das später Erdvermessung (lat. eben Geometrie) heißen wird. Die gedachte Linie, die den Abstand zwischen den Erdfurchen definiert, und die Furchen selbst bilden mit ihren horizontalen und vertikalen Linien ein Raster und sind damit das erste Bruchstück der entstehenden Linienwelt.

Lineare Darstellungsformen repräsentieren in dieser Zeit sowohl mentale Raum- als auch Routenkarten in einem. Karten sind geografische Darstellungen und Zukunftsprojektionen in einem: »Das Bedürfnis der Menschen, die Umgebung, in der sie leben, abzubilden und für sich zu fixieren, ist offenbar uralt.«<sup>211</sup>

Auf der ersten uns bekannten räumlichen Karte von Bedolina ist mit groben Linien ein Ort abgebildet. Dabei handelt es sich um rechteckige Gebilde und Linien, die sie verbinden.<sup>212</sup> Der Umgang mit der Linie ist an

---

<sup>210</sup> M. Sommer, 2016, S. 131.

<sup>211</sup> K. Schlögel, 2004, S. 149.

<sup>212</sup> K. Schlögel, 2004, S. 149.

dieser Stelle vielfältig. Es wird dabei ein Ist-Zustand mitgeteilt bzw. festgehalten, verbunden mit den darauf aufbauenden Wünschen. Dabei erinnern die Darstellungen an die Zeichnungen von Kindern, da das individuelle Werteempfinden in die Darstellung maßgeblich integriert wird. Wichtige Wünsche, wie Vieh und bestellte Felder, werden auf der Bedolina-Karte überdimensioniert dargestellt. Solche und ähnliche Darstellungen sind eine Repräsentation von mentalen Routen- und Raumkarten, indem sie Informationen aus der individuellen Wahrnehmung und Raumverhältnisse vermischt darstellen. Zusammengefasst entsteht die Linie im Neolithikum durch den Bedarf an einem kommunizierbaren Ordnungs- und Regelsystem für die Raumwahrnehmung. Linienbasierte Darstellungsformen der Raumkommunikation in Form von Karten enthalten dabei sowohl abstrakte als auch individuell-immersive Informationen.

In der **Antike** hat sich diese Dualität ausdifferenziert und die Linie ist zum Inbegriff der abstrakten Repräsentation geworden. Über die etymologische Herleitung finden wir die Linie im Kontext von Rechtsprechung, Grenzen und Erziehung oder des Schreibens. Deutlich bemerkbar ist die Distanz, die zwischen der neolithischen Linie auf dem Feld und der Linie als Grenze und Gesetz besteht. Die Linie ist geistig geworden und hat die Schnittstelle zur direkten, unmittelbaren und lebensweltlichen Interaktion verloren, egal ob in Platons *Politeia* als Grenze zwischen Sichtbarem und Erkennbarem,<sup>213</sup> in der *Hellenika* im Kontext der Rechtsprechung,<sup>214</sup> oder wiederum mit Platon als Verbindung von Schrift und dem Erlernen gesellschaftlicher Regeln.<sup>215</sup> Die Linie ist zur universalen, geistigen Repräsentation für Regeln, Gesetze und Grenzen aller Art geworden, sowohl geografischer, physischer, als auch sozialer Räume und Systeme.

In den visuellen räumlichen Darstellungsformen besteht in der Antike noch ein Flickenteppich aus mathematischer Geometrie (Astrologie,

---

213 Platon: Der Staat, 509d.

214 Xenophon: Hellenika, 1.7.34.

215 Platon: Protagoras, 362d (1) –362e (2).

Konstruktion etc.) und immersiven Informationen. Der Fokus der Karten lag in der Kommunikation von Handelswegen und Straßen und nicht in der geografisch korrekten und einheitlichen Abbildung des Raums. Als Beispiel kann hier das im römischen Reich verbreitete System der T-O-Karten – *Itinerar* – genannt werden. Die Itineraria arbeiten nicht mit Projektionsformen, sondern tragen noch das Erbe der ersten Karten in sich, wie man an der Beschreibung der *Tabula Peutingeriana* sehen kann:

Ohne Rücksicht auf Projektionsformen bildet die *Tabula Peutingeriana* das römische Imperium von Spanien bis nach Indien ab. Während Flüsse und Gebirge eher schematisch dargestellt sind, werden die mehr als 100 000 Kilometer Straßennetz des Imperiums als Verbindung von Städten und Poststationen auf dieser Karte mit markanten roten Linien abgebildet. Alle Straßen führen nach Rom, dem deutlich herausgehobenen Zentrum der Karte. Meilenangaben zwischen den einzelnen Stationen unterstreichen die Funktion als Straßenkarte und erleichterten das Reisen.<sup>216</sup>

Während in der antiken Kartennutzung noch hybride Darstellungsmethoden Anwendung finden, wird in der Wissenschaft mit den Grundlagen der geografischen Karte das Fundament für die Vermessung der Welt gelegt. Die Grundlage für geografische Karten, wie sie bis heute in verschiedenster Form verwendet werden, bildet das von Claudius Ptolemäus im zweiten Jahrhundert n. Chr. entwickelte Grundprinzip.<sup>217</sup> Ptolemäus Leistung gliedert sich in die Entwicklung eines einheitlichen Koordinatensystems, einer neuen Projektionsmethode und der Zusammenführung beider zu einer Karte der damals bekannten Welt.

Mit der Antike macht die Linie also einen großen Schritt in Richtung Abstraktion. Die Linie als gedachte Grenze, als Regelsystem und in der Rechtsprechung zeigt sich fest integriert im Bewusstsein der Gesellschaft. In der visuellen Darstellung existieren nach wie vor Elemente der Projektion mentaler Routenkarten. Durch Ptolemäus wird jedoch

---

<sup>216</sup> U. Schneider, 2004, S. 21.

<sup>217</sup> U. Schneider, 2004, S. 14.

das Fundament für die universelle Ausbreitung der geometrischen Linie gelegt. Mit der Projektionstechnik und der Definition der Höhen- und Breitengrade beginnt die Konstruktion der Linienwelt.

In der **Renaissance** wird diese Konstruktion vervollständigt und es entwickelt sich durch die Perspektivprojektion ein linienbasierter Zugang zu den mentalen Routenkarten. Während die Linie zuvor genutzt wurde, um die Welt zu verstehen, wird die Linie nun zum Werkzeug des Entwurfs und der Integration neuer Ideen in die Welt. Die Linie als solche wird durch das *Disegno* in den Mittelpunkt der visuellen Wahrnehmungskommunikation gerückt.

Gesellschaftlich ist das *Disegno*-Konzept Teil einer langwierigen Ablösung vom christlichen Schöpfungsgedanken des Mittelalters. *Disegno* markiert so gesehen die Wasserscheide, die alles Kunstvolle und Künstlerische entweder auf einen überlegenen Weltschöpfer zurückführt, dem mittelalterlichen Gott, oder eben, neuzeitlicher, einem autonom – das heißt zuletzt aus sich selbst – schöpfenden Künstlerindividuum. Das *Disegno* steht im Kern eines gleichzeitigen Begreifens und Gestaltens der Welt mit dem Individuum als Kern der Erkenntnis und der Schöpfung. Mit Giorgio Vasari steht es sowohl für die Erkenntnis (ein Allgemeinurteil) der Welt als auch deren Übertragung dieser Wahrnehmung in eine Zeichnung.

Arnolds Frage, ob der *Disegno* die Zeichnung eines Konzeptes oder das Konzept einer Zeichnung ist bzw. ob nicht sogar beides zugleich,<sup>218</sup> lässt sich also mit der Definition und den Thesen dieser Arbeit beantworten. Das *Disegno* ist die Interaktion mit der Linienwelt, indem es sowohl für das systematische Erkennen und Begreifen der Welt steht, als auch für die Wiedergabe und Weitergabe dieser Wahrnehmung in visuellen, linienbasierten Medien.

Für die Darstellungsmedien ist die Renaissance ein Wendepunkt wegen des Anliegens und der Wünsche dieser Zeit, die Welt rational zu erfassen und die Wahrnehmung mithilfe der Geometrie in die neue Vermessung der Welt einzuordnen. Mit Hilfe der geometrischen Grundlagen wird die praktische, haptische Welt sowie die Interaktion

---

218 F. Arnold, 2018, S. 33.

mit ihr auf neue Weise handhabbar gemacht. In der Renaissance wird die gestaltbare Welt sozusagen auf Linie gebracht. In dieser Zeit werden durch Künstler und Ingenieure wie Leonardo da Vinci, Leon Battista Alberti und Albrecht Dürer die Kenntnisse in der Geometrie verbessert und damit auch zugleich die geometrischen Grundlagen für den modernen Entwurfsprozess geschaffen.<sup>219</sup>

Die Entwicklung von Riss- und Ansichtszeichnungen sowie der perspektivischen Darstellung bilden das Fundament für die heutigen visuellen Darstellungsformen. Mit der Urstiftung der analytischen Geometrie durch René Descartes (kartesisches Raumverständnis) und Pierre de Fermat wird der Raum der Linie mathematisch begreif- und beschreibbar. Auch wenn die geografische Vermessung der Welt erst im 19. Jahrhundert durch Alexander von Humboldt (1769–1859) einer Vereinheitlichung näherkommt, so können die Grundlagen der Linienwelt ab der Renaissance als gegeben angesehen werden, insofern die Erkenntnis, die Wahrnehmung und die Vermittlung der Welt über die geometrische Linie geschieht. Die Entwicklung der Perspektive kann in diesem Kontext als Ansatz gelten, mit dem erstmals die Kommunikation mentaler Routenkarten in das neue, geometrische, Verständnis der Welt (der Linienwelt) integriert wird. Die Auseinanderbewegung zwischen den immersiven Routenkarten und abstrakten Raumkarten seit dem Neolithikum ist damit beendet. Durch die Weiterentwicklung und Ausdifferenzierung der geometrischen Projektionsformen beginnt ab der Renaissance eine Annäherung. Der Umgang mit der Linie in der Neuzeit wird im Kapitel 4 detaillierter aufgegriffen.

---

219 G. Glaeser, 2014, S. VII.

### Die Entwicklung der Linie

Zeit	Linien – Interaktion	Mentale Karten	Linienwelt
Neolithikum (11.500 v. Chr.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Die Linie entsteht um die Welt verständlich zu machen und Eindrücke zu ordnen.</li> <li>– Interaktion ist in ihren Anfängen lebensweltlich/direkt.</li> </ul>	Darstellungen: sowohl Raum- als auch Routenkarten in einem	Ursprung der Linienwelt
Antike (800 v. Chr.–600 n. Chr.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wird zunehmend abstrakt.</li> <li>– ausdifferenziert in Gesetzgebung, Grenzen, Mathematik, Geometrie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Trennung Raum und Routenkarten</li> <li>– Raumkarten dominieren</li> <li>– Routenkarten verschwinden</li> </ul>	Konstruktion beginnt
Renaissance (15.-16. Jahrhundert)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– bleibt abstrakt</li> <li>– erweitert sich in alle Wissensgebiete</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Raumkarten verknüpft mit Geometrie</li> <li>– Perspektive = Verbindung von mentaler Routenkarte und Raumkarte</li> </ul>	Vollständige Linienwelt
Aktuell	<ul style="list-style-type: none"> <li>– unmittelbar</li> <li>– Zugang durch neue Medien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kreisschluss</li> <li>– Raum- und Routenkarten in einem</li> </ul>	Betreten der Linienwelt

### 3.4 Die Linie im Offenbacher Ansatz (Linientypdefinition)

Nachdem zuvor der Begriff der Linienwelt hergeleitet wurde, stellt sich nun die Frage, aus welchen unterschiedlichen Linientypen sich die Linienwelt zusammensetzt und wie diese sich voneinander unterscheiden. Das Ziel ist es, Kategorien auszudifferenzieren, mit denen sich die Linien für die Anwendung im Gestaltungsprozess unterscheiden und konkretisieren lassen. Um bewusst im Kontext der Linienwelt gestalten zu können, ist es unabdingbar, zu wissen, über welche Linien die mentalen Karten gestaltet werden. Methodisch wird mit diesem Ziel nachfolgend der Offenbacher Ansatz der Produktsprache<sup>220</sup> auf die Linien in der geografischen Karte angewandt. Der erste Abschnitt dieses Kapitels erläutert sowohl den Offenbacher Ansatz als auch seine Ausgangsbasis und arbeitet die Schnittstellen für die Analyse der geografischen Karte heraus. Die wesentliche Schnittstelle besteht darin, dass die Karte als eigenständiges Produkt betrachtet werden kann, unabhängig von der Funktion des auf ihr Abgebildeten. Daraus lässt sich zusätzlich ableiten, dass es symbolische Linien innerhalb des grundlegend symbolischen Systems der Karte gibt, die als eigene Kategorie geführt werden können. Im darauf folgenden Hauptteil des Kapitels werden die Unterschiede der Linientypen herausgearbeitet.

Die Wahl des Offenbacher Ansatzes ist durch den Fokus auf den kommunikativen Aspekt der Karte begründet. Im Kern des Ansatzes wird jedem gestalteten Produkt ein kommunikatives Element aufgrund seiner Erscheinung zugesprochen. Die Elemente können kategorisiert und für die Produktanalyse genutzt werden, um im Entwurfskontext die kommunizierten Form- und Gestaltungsmerkmale zu unterscheiden. Die These, dass zwischen Objekt und Nutzer eine Kommunikation

---

<sup>220</sup> Der Offenbacher Ansatz »nach« Jochen Groß wurde nicht alleine von ihm entwickelt, sondern ist von anderen mitdefiniert und verfeinert bzw. ausgeweitet worden. Den Ansatz des »erweiterten Funktionalismus«, den Jochen Groß 1973 aus der Funktionalismus-Kritik von Adorno, Mitscherlich, Lorenzer und anderen ableitete, bildet dabei den Grundstein für das Feld der Produktsprache.

stattfindet,<sup>221</sup> kann im Designbereich mittlerweile schon als allgemein anerkannt verstanden werden. Trotzdem ist die Aktualität der Annahme ungebrochen, wie an unterschiedlichen Veröffentlichungen und Symposien zu diesem Thema ersichtlich wird.<sup>222</sup> Angesprochen wird dabei die gesamte Bandbreite an Interaktionen mit Designkonzepten, von klassischen Designobjekten wie dem Auto bis hin zu Benutzeroberflächen.<sup>223</sup> Entsprechend gilt dies auch für die Karte, da sie, wie alle anderen gestalteten Objekte, ihrem Konsumenten zeichenhaft vieles über sich selbst und die dargestellten Inhalte mitteilt. Mithilfe des Offenbacher Ansatzes werden die kommunikativen Elemente strukturiert und kategorisiert, wodurch eine klare Zuordnung der einzelnen Elemente möglich wird.

Um die Terminologie zu vereinheitlichen bzw. sie an der im Offenbacher Ansatz verwendeten Terminologie zu orientieren, wird im Folgenden bei *geistigen* Parametern von *funktionalen* Aspekten gesprochen, bei *lebensweltlichen* Aspekten von *formalen* Aspekten und bei *sozialen* Zeichen von *symbolischen* Zeichen. Die Aspekte und Zeichen werden dabei als Funktionen der Kommunikation verstanden: Symbolfunktionen, formalästhetische Funktionen, Anzeichenfunktionen. In der Übertragung dieser Parameter ergibt sich eine Deckungsgleichheit mit der Unterteilung, die nativ in der Karte zu finden ist: »Karten besitzen drei grundlegende Bestandteile: den Maßstab, die Projektion (auch als Kartennetzentwurf bezeichnet) und den Zeichensatz.«<sup>224</sup>

Verstehen wir den Maßstab als Verbindung zur Lebenswelt, die Projektion als Darstellung des Entwurfs und den Zeichensatz als soziale Symbole, so erhalten wir folgende Linienkategorien:

- 
- 221 Dagmar Steffen/Bernhard E. Bürdek/Volker Fischer/Jochen Gros: Design als Produktsprache. Der »Offenbacher Ansatz« in Theorie und Praxis, Frankfurt a.M., 2000, S. 6.
- 222 Thilo Schwer/Kai Vöckler: Der Offenbacher Ansatz. Zur Theorie der Produktsprache, Bielefeld, 2021.
- 223 D. Steffen/B. E. Bürdek/V. Fischer/J. Gros, 2000, S. 6.
- 224 M. S. Monmonier, 1996.

1. Geistige Linien (funktionale Linien)
2. Lebensweltliche Linien (formale Linien)
3. Soziale Linien (symbolische Linien)

Diese Aufteilung ist uns schon an verschiedenen Stellen, wie beispielsweise im *Disegno* (vgl. Kapitel 2.2), begegnet und hat ihren Ursprung in der Philosophie. Durch den Offenbacher Ansatz erhält die Kategorisierung einen designspezifischen Zugang, der notwendige Transferleistungen vorwegnimmt und die Analyse fachlich fundiert, vertieft und auf die Gestaltung zuschneidet.

In der sodann folgenden Analyse definiert sich die Reihenfolge der Kategorien durch den jeweiligen Bezug zur mentalen Karte. Wir folgen den einzelnen oben genannten Erkenntnisschritten auf dem Weg zur Veränderung der mentalen Karten durch die unterschiedlichen Linientypen. Die *funktionalen Linien* bilden somit den Anfang, indem sie die Abbildung mit der Linienwelt und mit sozialen Kommunikationscodes in Relation setzen und damit die Schnittstelle zwischen den mentalen Karten und der Linienwelt bilden. Dies bildet das Fundament für die *formalen Linien*, um die physischen Gegebenheiten der Lebenswelt möglichst neutral abzubilden. Dies zusammen ermöglicht es mithilfe *symbolischer Linien*, das enorme Spektrum an sozialen Informationen abzubilden, das unter dem Begriff thematischer Karten zusammengefasst wird.

Auch wenn der Offenbacher Ansatz viele Transferleistungen vorwegnimmt, ist eine letzte unbedingt notwendig. Der Offenbacher Ansatz richtet sich in seiner Grundform auf die Analyse von Produkten und nicht von zeichnerischen Medien. Es muss daher dem Umstand Rechnung getragen werden, dass eine Zeichnung, und damit auch die Karte, nicht die gleiche Funktion hat wie das Objekt, das sie abbildet. Sie muss daher als eigenständiges Objekt mit spezifischen, unterscheidbaren Funktionen betrachtet werden. Diese Aussage erscheint so offensichtlich, dass man kaum darüber nachdenken muss. Umso mehr erstaunt es, dass es ein ausgefeiltes System der Betrachtung und Analyse von gestalteten Objekten gibt, jedoch Zeichnungen nur sehr eindimensional betrachtet werden. Für die Unterteilung der Linientypen eine Methode der Produktanalyse heranzuziehen, stärkt die Position der Liniendar-

stellung als eigenständiges Objekt und ermöglicht im selben Zug, die Unterschiede von Objekt und Zeichnung klarer herauszuarbeiten. Für die Linie ist diese Unterscheidung besonders wichtig, weil die Linie spätestens seit dem *Disegno* nicht mehr im Objekt selbst zu finden ist, sondern im Material und Objekt nur noch abgebildet wird. Es ist unabdingbar, die Vorstellung einer Linienwelt als Grundlage für eine Kategorisierung der Linien zu nehmen.

Wenn wir von einer Unterteilung der Linien durch den Offenbacher Ansatz sprechen, gehen wir davon aus, dass es sich bei der Karte als Medium offensichtlich um ein System aus symbolischen Linien handelt. Genaugenommen ist die Definition der symbolischen Linie eine Definition der Linie selbst, sind doch Linien an sich in irgendeiner Form immer Symbole, Abstraktionen und damit *symbolische Linien*. Sie als solche zu bezeichnen ist nicht erkenntnisfördernd, da es zum Wesen der Linie gehört, symbolisch zu sein. Die Linienkategorien, besonders die der symbolischen Linie müssen also als eine Unterteilung zweiten Grades angesehen werden. Die Unterteilung der Linientypen ist unter diesem Gesichtspunkt also eine Unterteilung der symbolischen, zeichnerischen Linie an sich.

In einem letzten vorgreifenden Schritt ist zu erläutern, welche Linien Gegenstand der Unterteilung sind. In der Karte haben wir unter anderem Umrisslinien von Kontinenten, Ländergrenzen, Höhenlinien, Diagramme und Symbole, als auch schematische Unterscheidungen von Bereichen durch Schraffuren und verschiedenste Linienmuster. Dazu kommen Piktogramme und Symbole für Informationen wie Sondergebäude und Orte (Krankenhäuser, Kirchen, Friedhöfe etc.). Bei der Unterteilung der Linientypen gehen wir von dem Konzept einer Karte im System der Linienwelt aus bzw. von Linien, wie sie meist in den Karten verwendet werden. Die Analyse betrachtet nicht eine spezielle Karte, sondern die Linien in einem akkurate geografischen Kartenkonzept, im Gegensatz zu Karten, die absichtlich falsche Daten abbilden oder andere Liniensysteme nutzen. Nach dieser letzten Feststellung folgt nun die Zuordnung der Linientypen.

### 3.4.1 Die funktionale Linie

Unter den funktionalen Aspekten eines Konzepts werden »diejenigen Zeichen an einem Produkt [verstanden], die direkt und unmittelbar seine praktischen Funktionen wahrnehmbar und verständlich machen.«<sup>225</sup> Das Deuten und im besten Fall Erkennen der Zeichen passiert bei jeglicher Art der Interaktion und geschieht meist unterbewusst auf der Basis unserer individuellen Gewohnheiten und Konventionen. Die Einordnung erfolgt also durch erlerntes Wissen auf dem Fundament wiederholter Interaktionen mit ähnlichen Produkten. Es geht bei der funktionalen Betrachtung darum, klar zu erkennen, wie der betrachtete Gegenstand die Funktion, die er innehalt, vermittelt: »Sie [die funktionalen Anzeichen] vermitteln zwischen Menschen und Technik, erklären das Produkt und ermöglichen eine leichte, fehlerfreie Handhabung.«<sup>226</sup>

Nehmen wir diese Parameter, müssen diejenigen Linien in der Karte als *funktionale Linien* bezeichnet werden, welche die Funktion der Karte erklären und eine fehlerfreie Handhabung ermöglichen. Für eine solche Zuordnung muss zuerst geklärt werden, was die unmittelbare Funktion einer Karte ist. Wie am Anfang dieses Kapitels erläutert, muss eine Karte als eigenständiges Produkt gesehen werden, das andere Funktionen erfüllt, als das auf ihr Abgebildete. Die Funktion der Karte ist die der Weitergabe von räumlicher Wahrnehmung mit dem Ziel der Orientierung. Dazu bildet das Verständnis der Karte und der darauf abgebildeten Informationen die Grundlage. Ohne die Möglichkeit zu verstehen, wie die Karte zu lesen ist, bleiben die enthaltenen Informationen wertlos. Das Lesen der Karte, die Kommunikation darüber, wie die Daten zu verstehen sind, ist somit die unmittelbare Funktion der Karte.

Der *funktionale Aspekt* in der Karte ist die Kommunikation von Informationen, die es möglich machen, die Darstellung der Karte mit den lebensweltlichen Gegebenheiten in Bezug zu setzen, um sich auf der Basis des erlangten Wissens orientieren und agieren zu können. Um beispielsweise von A nach B zu kommen, ist es nötig zu verstehen, wie sich die In-

---

225 D. Steffen/B. E. Bürdek/V. Fischer/J. Gros, 2000, S. 62.

226 D. Steffen/B. E. Bürdek/V. Fischer/J. Gros, 2000, S. 63.

formationen der Karte in Bezug zur Lebenswelt setzen lassen. Dies geschieht in zwei unterschiedlichen Formen. Auf der einen Seite muss die Schnittstelle zum Verständnis der Linienwelt gebildet werden. Auf der anderen Seite geht es um die Aufschlüsselung eines Codes, durch das die lebensweltlichen Informationen auf der Karte vermittelt werden.

Hierfür werden das Raster und die Legende verwendet. Ausgehend von den mentalen Karten und ihrem nötigen Anschluss zur Linienwelt werden wir zuerst das Raster betrachten. Dieses wird an späterer Stelle noch ausführlicher erläutert werden, an dieser Stelle wird es benötigt, um die Karte in Bezug zum allgemeinen geometrischen Verständnis zu setzen, sie in die Linienwelt einzubetten. Im Fall der Karte bedeutet dies eine Kommunikation von Skalierung und Abstrahierung, das den Perspektivenwechsel von 3D auf 2D möglich macht. Es muss begriffen werden, in welchem Skalierungsverhältnis die Karte die Realität abbildet. Die physische Kartengröße kann dabei gleichbleibend sein, das Verhältnis des Abgebildeten divergiert jedoch stark. Die funktionalen Linien in der Karte sind zuerst diejenigen Linien, die wir als das über der geografischen Abbildung liegende Gitternetz kennen und die den Bezug zu den Höhen- und Breitengraden definieren. Dazu gibt es auf den meisten Karten weitere, der Orientierung dienende Rasterungen. Sucht man in Straßenatlanten nach einer bestimmten Stadt, so bekommt man eine Kombination aus Zahlen und Buchstaben, mithin einen Code, der auf ein Rasterfeld verweist. So könnte der Code für Berlin etwa 207 F5 sein, wobei 207 die Seitenzahl des Atlanten ist und F5 für das Feld steht. Ähnlich wie auf dem Schachbrett hat jedes Rasterfeld bedingt durch seine Position eine eigene Zuordnung, bei der klassischerweise das Alphabet von links nach rechts und die Zahlen von unten nach oben angeordnet werden. Funktionale Linien schaffen eine systematische Ordnung, die eine verständliche Struktur, eine **Metaebene** der Kommunikation erzeugen.

Nach dem Raster geht es um die Legende der Karte, also die Aufschlüsselung der in der Karte enthaltenen Symbole:

Graphische Symbole machen ausgewählte Merkmale, Orte und andere räumliche Informationen auf der Karte sichtbar und bilden neben

Maßstab und Projektion den dritten wesentlichen Bestandteil von Karten. Indem sie Orte und Merkmale beschreiben und voneinander unterscheiden, dienen Kartensymbole als eine Art graphischer Code für das Speichern und Abrufen von Daten in einem zweidimensionalen geographischen Bezugssystem.<sup>227</sup>

Wichtig für die *funktionale Linie* ist der erwähnte kommunikative Aspekt der Beschreibung und Unterscheidung des Abgebildeten. Dazu werden die Piktogramme und Symbole für Informationen wie Sondergebäude und Orte in der Legende erklärt, und es wird damit möglich, die Karte zu lesen. Diese Linien haben keine Form der Repräsentanz in der Lebenswelt. Funktionale Linien sind zusammengefasst die Linien, die über das Raster und die Kartenlegende die Karte in das System der Linienwelt einbinden und damit begreifbar machen. Alle weiteren Linien betten sich in dieses Verständnis ein. Folglich ist die funktionale Linie das Bindeglied zwischen mentaler Karte und Linienwelt.

Der Schritt von der Karte zur Designzeichnung ist nicht mehr weit. Der Unterschied ist lediglich, dass nicht die Welt abgebildet wird, sondern eine Idee von etwas Neuem, was erst noch in die Welt kommen soll. Auch in der Designzeichnung kommen dieselben Parameter zum Einsatz wie bei der Karte, und dies umso stärker, je näher die Designskizze einer technischen Zeichnung kommt. Wieder geht es um den Skalierungsfaktor des Abgebildeten und wie es in Bezug zur Lebenswelt gesetzt werden kann. Neben den Strukturlinien und Rastern kommen in der Designzeichnung noch Konstruktionslinien und Schnittlinien dazu, ebenso wie Linien, die Informationen zur Orientierung im Raum geben. Neben Linien für die räumliche Orientierung und Größenrelation gehören zu den funktionalen Linien auch diejenigen, die Bewegungen und Interaktionen mit dem Konzept vermitteln, wie etwa Rotationslinien oder Pfeile. Ebenso gehören Linien dazu, die Kanten anzeigen, die bei einer realen Abbildung des Objektes nicht sichtbar wären. In technischen Zeichnungen werden diese Linien meist gestrichelt dargestellt, beispielsweise die hintere Kante eines Würfels. Zusammengefasst sind

---

<sup>227</sup> M. S. Monmonier, 1996, S. 37.

die funktionalen Linien jene Linien, welche die Meta-Ebene der Ordnung zeigen und die abgebildeten Informationen mit der Lebenswelt in Bezug setzen – diejenigen Linien also, welche die Informationen strukturieren und systematisch ordnen, um eine Lesbarkeit der Zeichnung und Skizze zu generieren.

*Funktionale Linien* bilden schließlich die Schnittstelle zwischen mentalen Karten und der Linienwelt. Sie kommunizieren die Funktion und Handhabung der geografischen Karte und setzen damit den Inhalt in einen Kontext, aus dem sich mentale Karten ableiten lassen.

### 3.4.2 Die formalästhetische Linie

Nachdem die funktionale Linie zuvor den Zugang der Karte zur Linienwelt und damit zur mentalen Karte geschaffen hat, braucht es im nächsten Schritt die Verbindung der Karte zur Lebenswelt. Mit der *formalästhetischen Linie* werden die geografischen Gegebenheiten mithilfe von Abstraktion und geometrischer Vermessung in die Linienwelt übertragen. Dazu ist zu klären, wie es möglich wird, einer an sich symbolischen Linie einen formalästhetischen Aspekt zuzuschreiben, da der für die Karte nötige Akt der Abstraktion zunächst der Definition des formalästhetischen Aspekts im Offenbacher Ansatz zu widersprechen scheint. Diese Diskrepanz lässt sich jedoch auflösen, wenn wir den formalästhetischen Aspekt mit dem Anspruch des Kartographen in Bezug setzen, die Welt geografisch möglichst genau abzubilden. Folglich wird zuerst die Kategorie der formalästhetischen Linie als solche dargestellt, um danach herzuleiten, wie sie auf die Karte angewandt werden kann.

Betrachtet man die vorliegende Kategorie, so geht es in der formalen Analyse um die Syntax der Form bzw. des Mediums. Die Wortwahl ist dabei angelehnt an die Unterscheidung in der Linguistik zwischen Syntax und Semantik. »In der formalästhetischen Funktion werden Produkte – unabhängig von ihrer zeichenhaften Bedeutung – als Strukturen, Formen beziehungsweise Gestalten behandelt.«<sup>228</sup> Die

---

228 D. Steffen/B. E. Bürdek/V. Fischer/J. Gros, 2000, S. 34.

theoretische Grundlage bilden die Wahrnehmungs- und Gestaltpsychologie basierend auf Christian von Ehrenfels und weiterentwickelt von Max Wertheimer, Kurt Koffka und Wolfgang Köhler.<sup>229</sup> Von ihnen wurde die These aufgestellt, dass unsere Wahrnehmung nicht alleine durch die Eigenschaften der wahrgenommenen Objekte bestimmt wird,<sup>230</sup> sondern ebenso durch interne Zuordnungen, die unabhängig von Erfahrungseinflüssen wirken und deshalb überindividuell anzusehen sind. Diese Zuordnung, oder auch Gliederung des Objektes auf einer nicht individuellen Ebene, folgt Gesetzmäßigkeiten, die Wolfgang Metzger als die sogenannten Gestaltgesetze formulierte.<sup>231</sup>

Eine Kategorie einer formalästhetischen Linie in der Karte ergibt sich nach diesen Parametern nur, wenn angenommen wird, dass Karten unmöglich als ein objektives Abbild der Welt betrachtet werden können, sondern dass es sich bei der geografischen Abbildung um eine Konstruktion der Realität durch Abstraktion handelt.<sup>232</sup> Damit ist es möglich, diejenigen Linien zu eruieren, die in diesem System als formalästhetisch anzusehen sind. Dafür ist zu klären, welche Parameter neben der Geometrie noch Einfluss auf die Abbildung der Karte nehmen. Durch das Fundament der analytischen Geometrie strebt die geografische Darstellung grundlegend nach Wertfreiheit und dient lediglich als Grundlage der Kommunikation, als Fundament des Systems, in dem alle Formen der Linie auf der Karte eingebettet sind. Die Annäherung dieser Daten geschieht durch den Abstraktionsprozess an sich und den Einfluss des Kartographen:

[...] so handelt es sich doch [bei den Projektionsformen der Karte] immer nur um Annäherungen, die auf den Entscheidungen und der Kreativität des Kartographen beruhen, die zugunsten bestimmter Konstruktionsprinzipien andere Aspekte vernachlässigen müssen.<sup>233</sup>

<sup>229</sup> D. Steffen/B. E. Bürdek/V. Fischer/J. Gros, 2000, S. 36.

<sup>230</sup> D. Steffen/B. E. Bürdek/V. Fischer/J. Gros, 2000, S. 36.

<sup>231</sup> D. Steffen/B. E. Bürdek/V. Fischer/J. Gros, 2000, S. 37.

<sup>232</sup> U. Schneider, 2004, S. 7.

<sup>233</sup> U. Schneider, 2004, S. 9.

Die nötige Auswahl der Parameter, nach denen die Konstruktion definiert wird, richtet sich schlüssigerweise nach ihrem angestrebten Nutzen und ist zusätzlich beeinflusst vom kulturellen Hintergrund, dem der Entwerfer der Karte entstammt, da er bewusst oder unterbewusst von den Werten und Ansichten seiner Zeit, seines sozio-kulturellen Umfelds, seines politischen Umfelds und maßgeblich durch seine subjektiven Erfahrungen beeinflusst ist.<sup>234</sup> Der konstruktive Aspekt der Karte setzt dazu nicht erst in der Form des Abgebildeten ein. Schon durch die Definition des Kartenausschnitts wird eine Auswahl getroffen, welche die abgebildeten Informationen maßgeblich beeinflusst.<sup>235</sup> Der natürliche Raum wird damit in Teile zerlegt, die es physisch nicht gibt, die aber trotzdem für den Rezipienten Sinn ergeben müssen.<sup>236</sup>

Zusammengenommen sind alle Linien bei der Übertragung in irgendeiner Form nur als Annäherungen zu verstehen. Formalästhetische Linien sind in diesem Kontext, in Bezug auf die Parameter aus dem Offenbacher Ansatz, einfach diejenigen, die am ehesten die Form geografischer Gegebenheiten abbilden. In der Übertragung dieser Parameter auf die Linien in der Karte sind formalästhetische Linien zuständig für eine Ästhetik der Topografie. Es handelt sich um diejenigen Linien, welche die lebensweltlichen, geografischen Gegebenheiten der Erde abbilden, wie zum Beispiel die Wassergrenze eines Kontinents oder Landes, Gebirgszüge und Flussläufe. Sie bilden möglichst neutral die lebensweltlichen Gegebenheiten ab.

Die Unterscheidungen, auf denen diese Linien beruhen, sind keine individuellen Prinzipien, sondern ergeben sich durch überindividuelle Prinzipien der Wahrnehmung. Diese Linien können sich nur durch eine Veränderung der physischen, lebensweltlichen Bedingungen verschieben. Dabei ist die Zeit der definierende Faktor, unabhängig davon, ob die Veränderung menschengemacht ist oder nicht. So hat ein künstlich errichteter Damm genauso einen Einfluss auf die Linie, welche die Wasser-Land-Grenze darstellt, wie das über Jahrzehnte ablaufende Abtra-

---

234 P. Barber, 2005, S. 8.

235 U. Schneider, 2004, S. 8.

236 U. Schneider, 2004, S. 60.

gen von Sand am Strand durch die Gezeiten – lediglich der Zeitabschnitt ist ein anderer.

Im Folgenden werden die in der Karte ausdefinierten Parameter für die formalästhetische Linie noch in das Medium der Designzeichnung übertragen, um so die hier vorgenommene Kategorisierung abzuschließen. In der Karte vermitteln funktionale Linien die Ästhetik der Topografie möglichst genau und in der Zeichnung geben sie die Form des antizipierten Konzepts wieder. Beispiele hierfür sind Umrisslinien, Kanten, Grenzen, Fugen oder Schattenkanten. Zusammengefasst stellen formalästhetische Linien die lebensweltlichen, überindividuellen Gegebenheiten des darzustellenden Elements dar.

### 3.4.3 Die symbolische Linie

Nachdem die funktionale Linie das Verständnis der geografischen Karte ermöglicht hat und mit der formalästhetischen Linie der Bezug zur physischen Welt hergestellt wurde, gilt es nun mit der *symbolischen Linie* die Informations- und Kommunikationsebene zu erarbeiten. Damit stoßen wir zum Bedeutungskern der Karte vor, dem Aspekt, der der Karte so viel Macht verleiht. Es geht darum, mit der symbolischen Linie Kontextbezug herzustellen und Informationen über das System der Linienwelt weiterzugeben. Erst durch die Einbettung zwischen funktionalen und formalästhetischen Linien gewinnen symbolische Linien die Kraft, mentale Karten maßgeblich zu beeinflussen.

Symbolische Linien sind in der Karte jene, welche die thematischen Informationen über das geografische Fundament legen. Sie nutzen das System der Linienwelt, um Kontext- und Spezialinformationen zu vermitteln. Begonnen wird hier mit der Herleitung der Definition der symbolischen Linie aus dem Offenbacher Ansatz. Sie leitet über in den Hauptteil: eine Betrachtung der unterschiedlichen Typen von thematischen Karten.

In der Einleitung des Kapitels wurde bereits aufgezeigt, dass genau genommen alle Linien in der Karte symbolischen Charakter haben. Die symbolische Linie bildet also einen Sonderfall, da sie die symbolische Linie in einem grundlegend symbolischen System ist. Unterfüttert wird

diese These durch die Betrachtung der symbolischen Anzeichen im Offenbacher Ansatz. Dabei wird schnell klar, dass alle Linien (auch über die Karte hinaus), Symbolcharakter haben:

Während Anzeichenfunktionen auf die zeichenhafte Umsetzung von praktisch-funktionalen Produkteigenschaften verweisen, umfasst der Bereich der Symbolfunktionen die komplexen kulturellen, sozialen, technologischen, ökonomischen und ökologischen Bedeutungen und Vorstellungen, die mit dem Produkt verbunden werden.<sup>237</sup>

Symbolfunktionen sagen uns, wie wir etwas in unser Leben und unser soziales Umfeld einzuordnen haben. Für die Übertragung der vorliegenden Parameter der Symbolfunktionen auf die Linien in der Karte muss, wie zuvor anmoderiert, die Analyse gleichsam auf einer Definition zweiten Grades stattfinden. Unter diesen Gesichtspunkten sind die symbolischen Linien jene, die politische und generell soziale Kontexte vermitteln. Diese Linien vermitteln die kulturellen, sozialen, technologischen, ökonomischen und ökologischen Informationen, die auf der Karte abgebildet sind.

In Bezug auf mentale Karten sind die symbolischen Linien wichtig, da sie die zuvor genannten Informationen mit der individuellen Raumwahrnehmung in Verbindung bringen. Erinnern wir uns an die Zusammensetzung von mentalen Karten im gleichnamigen Kapitel (vgl. Kapitel 3.1), so wurden diese hauptsächlich durch stark individuelle, emotional beeinflusste Informationen gebildet.<sup>238</sup> Mit dem System der Linienviertel entsteht die Möglichkeit, durch symbolische Linien individuelle Erfahrungen und Wahrnehmungen mit größeren Zusammenhängen in Bezug zu setzen. Die visuelle Wahrnehmung wird über die Karte ausgeweitet und das darauf Abgebildete führt zu Veränderungen der mentalen Karten, zu einer veränderten Wahrnehmung der Welt, wie es schon bei der Ausarbeitung des Weltentwurfsgedankens hergeleitet wurde.<sup>239</sup>

---

237 D. Steffen/B. E. Bürdek/V. Fischer/J. Gros, 2000, S. 82.

238 S. Günzel/F. Kümmerling, 2010, S. 243.

239 U. Schneider, 2004, S. 81.

Die Einbettung der symbolischen Linie in die Karte und das resultierende Format der thematischen Karte verhilft der Karte überhaupt erst zu ihrer Bedeutung. Im Rückblick auf das Kapitel über geografische Karten (vgl. Kapitel 3.2.2.1) können wir die symbolische Linie mit den Leistungen von Alexander von Humboldt in Bezug setzen. Er nutzte eine geografische Karte als Grundlage, um auf ihr wissenschaftliche Daten einzulegen, mit dem Ziel, neue Erkenntnisse zu erhalten und zu kommunizieren. Dieser Ansatz bildet die Ausgangsbasis für eine Ausbreitung von Karten, die das linienweltliche System nutzen, um eine Vielzahl von unterschiedlichen Inhalten abzubilden:

Die Begeisterung für Karten und der Wunsch, Datensammlungen bildlich und damit anschaulich darstellen zu können, führt zu Karten und Atlanten ganz unterschiedlicher Art.<sup>240</sup>

Diese Karten und Kartensammelwerke können unter dem Begriff der thematischen Karten zusammengefasst werden. Die Anzahl der abgebildeten Themenfelder in diesem Medium hat sich durch die anhaltende Euphorie rasant vervielfacht. Und spätestens seit dem 20. Jahrhundert ist es durch die Vielzahl der unterschiedlichen Daten unmöglich geworden, einen umfassenden Überblick über die auf Karten abgebildeten gesellschaftlichen Informationen zu bekommen. Trotzdem, oder gerade deswegen, ist es zielführend, sich im vorliegenden Kontext einen Eindruck über die grundlegende Art dieser Grenzlinienziehungen zu verschaffen, um die dahinterliegenden Prinzipien zu verstehen.

Vor der Analyse der jeweiligen Themen an sich gilt es zu verstehen, dass eine thematische Karte immer aus zwei Karten besteht. Die Basis bildet eine räumliche, meist geografische, Karte, über welche die thematischen Informationen gelegt werden. Die topografische Karte, die für die Abbildung von Geländeformen zuständig ist, dient vor allem der Orientierung in der Welt bzw. dem physischen Gelände. Das schließt sowohl die Ver- und Ausmessung als auch die Bestimmung des eigenen Standorts mit ein. Thematische Karten nutzen eine allgemeine topografische Karte als Grundlage, weisen darüber hinaus aber immer einen Bezug auf

---

240 U. Schneider, 2004, S. 59.

ein spezifisches Thema auf. Daneben sind Zeit und Raumbezug bei der thematischen Karte klar definiert und wichtiger Bestandteil der abgebildeten Karte.

Ein gutes Beispiel für thematische Karten sind Wetterkarten. Sie sind in ihrer Darstellung auf einen genauen Zeitpunkt und Ausschnitt beschränkt, unabhängig davon, ob dieser in der Vergangenheit (Historie), der Gegenwart (live) oder in der Zukunft liegt (Prognose). Die bekannteste Auswahl des Ausschnitts sind Ländergrenzen. So ist die Wetterkarte der *Tagesschau* meist auf Deutschland und die unmittelbar daran angrenzenden Gebiete beschränkt. Über die topografischen Informationen sind dann die thematischen Informationen gelegt, in diesem Fall die Informationen über das Wetter, darunter etwa die Position von Hoch- und Tiefdruckgebieten, deren Bewegung und Auswirkung auf Temperatur und Niederschlag bzw. Sonnenschein. Mit der Wetterkarte kann somit das Grundprinzip einer thematischen Karte aufgezeigt werden. Sie ist zudem auch ein anschauliches Beispiel dafür, wie stark solche Karten in unserem Alltag integriert sein können. Neben der Integration und Habitualisierung gilt es noch, die Tragweite und damit auch die Stärke des Einflusses aufzuzeigen, den thematische Karten durch die Veränderung der mentalen Karten auf die Gesellschaft und Kultur haben.

Das Beispiel der Wetterkarte gibt ein erstes Verständnis davon, wie essenziell die Verbindung von geografischen Karten und anderen Datenfeldern ist. Denn erst mit den thematischen Daten wird der Darstellungsreichtum der Karte ersichtlich:

Es ist wichtig, an die Fülle der thematischen Karten zu erinnern, weil darin erst die Kapazität des Mediums, das schier unerschöpfliche Register der Formen komplexer Repräsentationen sichtbar wird.<sup>241</sup>

Ist besagte Vielfalt für die Erkenntnisse über das Medium an sich von Vorteil, so ist sie gleichzeitig auch ein Hinweis auf das grundlegende Problem thematischer Karten: Mit jeder weiteren Karte entsteht auch ein anderer Blickwinkel, mithin eine andere Wahrnehmung der Welt.

---

241 K. Schlägel, 2004, S. 89–90.

Bis heute kommt es immer wieder zu politischen Konflikten, wenn kulturelle und soziale Kartierungen sich anders verorten als nationale Grenzen.<sup>242</sup>

An den folgenden Beispielen sollen exemplarisch die Bedeutung und das Konfliktpotential thematischer Karten aufgezeigt und dabei die Definition der symbolischen Linie untermauert werden. Dies wird im nachfolgenden Abschnitt anhand von religiösen bzw. zivilisatorischen thematischen Karten hergeleitet und veranschaulicht. Am Beispiel der Sprachkarten wird dann abschließend aufgezeigt, wie sich thematische Karten überlagern und zu Konflikten führen können. Zusammengesetzt ergeben diese Beispiele dann ein Grundverständnis für thematische Karten.

Wie schon zuvor beim Übergang von der *mappa mundi* zur geografischen Karte angesprochen dienten die ersten Karten größtenteils dazu, nicht die physische, sondern die soziale, religiöse Welt zu erklären. Ihr Zweck war es, einen Eindruck zu vermitteln, wie der Mensch sich in der Welt einzuordnen hat. Erste Karten (noch weit vor den geografischen) sind Sammlungen von Wissen und Erkenntnissen über die den Kartenmacher umgebende Welt.<sup>243</sup>

Viele historische Karten sind kulturell egozentrisch ausgerichtet, das heißt, dass der Mittelpunkt der Karte der jeweilige kulturelle und soziale Mittelpunkt des abgebildeten Landes war und ist – man denke nur an die Weltkarten im Hintergrund von Nachrichtensprechern. Man kann also sehen, dass Karten vor dem Einzug der Geometrie fast rein symbolischen Charakter hatten. Freilich verschwindet mit dem Ende der *mappae mundi* nicht das Konzept von religiösen Karten an sich. Anstatt jedoch die Grundlage der Orientierung auf der Karte zu bilden, wird das Fundament der geografischen Karte genutzt, um die jeweilige religiöse Verortung darauf abzubilden. Damit verliert die Religion im Kontext der Karten ihre Position als Grundlage des Weltverständnisses und muss sich in die Vielzahl von thematischen Informationen einreihen, die auf der Karte abgebildet werden.

---

242 U. Schneider, 2004, S. 59.

243 U. Schneider, 2004, S. 13.

Historisch wichtig ist hier wieder der spanisch-portugiesische Vertrag von Tordesillas. Auch wenn diese sogenannte »Teilung der Welt« Papst Alexander VI. zugesprochen wird, war er weder in die Verhandlungen noch in den Abschluss des Vertrages involviert. Ihm wurde diese Tat lediglich angerechnet, da bis dato alle Hoheit über neu erkundete Länder dem Papsttum zustand.<sup>244</sup> Mit der Vereinbarung Spaniens und Portugals wird der Anspruch des Papstes über weitere Kolonialisierungsvorhaben beendet. Damit löst sich die Deckungsgleichheit von religiösen und politischen Linien auf. Trotzdem sind religiöse Karten weiterhin von großer Bedeutung. Religiöse Themen haben sich lediglich zu symbolischen Linien gewandelt, die den informativen thematischen Fokus einer Karte definieren.

Religiöse Karten zeigen besonders gut, dass es in vielen Fällen, auch bei der Durchsetzung der geografischen Karten, um kulturelle Abgrenzungen und Selbstdefinition im Sinne eines »hier ist innen und da ist außen« stattfindet, eine klassische Unterteilung zwischen Bekanntem und Fremdem. Mit der Religion als treibende Kraft entstehen viele glaubens-thematische Karten, auf deren Grundlage die Ausbreitung einer kulturellen, sozialen und religiösen Identität verfolgt werden soll. Als Beispiel für eine Vielzahl artverwandter Karten kann hier Clarks *Chart of the World* (1822) betrachtet werden.<sup>245</sup> Sie sortiert die Welt nicht nach Ländergrenzen, sondern nach konfessionellen Gesichtspunkten. Dabei werden Entwicklungsstufen aufgezeigt, die nach religiösen Maßstäben die Stufe der Zivilisation von *Wilden*, *Barbaren*, *Halbzivilisiert*, *Zivilisiert* und *Aufgeklärt* darstellt, wobei mit wenigen Ausnahmen nur die protestantischen Staaten als *Aufgeklärt* bezeichnet werden. Mit den Informationen ist der Karte zusätzlich ein missionarischer Auftrag mitgegeben.<sup>246</sup> Dieser bezieht sich darauf, dass ein Idealbild der Welt impliziert wird, in dem alle Bereiche zivilisiert wurden und die »*Wilden*« durch die Stufen aufgestiegen sind und am Ende als »*Aufgeklärt*« bezeichnet werden konnten.

---

244 U. Schneider, 2004, S. 80.

245 U. Schneider, 2004, S. 106.

246 U. Schneider, 2004, S. 106.

Zu bemerken ist, dass je nach dem Fokus einer Karte völlig unterschiedliche Parameter zum Tragen kommen. Wo an anderen Karten die Staatsgrenzen oberste Priorität haben, kann man an Clarks Werk sehen, dass staatlichen Grenzen eine untergeordnete Bedeutung zugeschrieben werden kann. Stattdessen geht es um eine Verortung der Ausbreitung von sozialen und religiösen Kontexten und einem Verständnis von Glaubensidentität. Die gezogenen Grenzlinien bilden also eine Abgrenzung, einen Schutz der »Zivilisation« vor den »Wilden«. Diese Art der Herangehensweise hat eine lange Tradition, so kannten schon die Römer militärbedingte Grenzziehungen, sogenannte *limites*, als Grenzbefestigungen, die vor den Barbaren außerhalb des Reiches schützen sollten.<sup>247</sup>

Mit der Begrenzung nach Außen findet auch eine Bewusstmachung des Innen statt, als Teil der schon zuvor angesprochenen Nationenbildung. Dabei geht es nicht nur darum, sich geografisch zu verorten, sondern auch um eine soziale und kulturelle Positionierung. Spätestens mit der französischen Revolution und der damit einhergehenden Bildung von Nationalstaaten bekommen Grenzen eine gesteigerte innenpolitische Relevanz, sie geben ein Verständnis darüber, dass innerhalb dieser Grenzen einheitlichen Regeln und Gesetzen gefolgt wird. Durch Maßnahmen wie Schul- und Wehrpflicht sowie durch Rechte wie das Bürgerrecht werden die Bewohner innerhalb der Grenzen in ihrem Selbstverständnis zu Bürgern eines Landes. Zum Namen des Landes kamen noch Definitionen der Bürger als Franzosen, Deutsche, Briten und Amerikaner hinzu.<sup>248</sup>

Trotz der Ausdifferenzierung der Nationalstaaten bleibt ein übergeordnetes Verständnis von Zivilisation und den davon abgegrenzten »Wilden« bestehen. Auch wenn die Länder sich durch die Grenzen voneinander unterscheiden, so sind sie doch zusammen von allen abgegrenzt, die sich nicht auf diese Grenzen einigen wollen. Besonders wichtig und tragend wird dies, wenn es um die Kolonialisierung geht, die der Staatenbildung folgte. Grundlage der Kolonialisierung

---

247 U. Schneider, 2004, S. 97.

248 U. Schneider, 2004, S. 102–103.

ist maßgeblich, dass Bereiche, die noch nicht kolonialisiert, also noch nicht durch westliche Kolonialmächte in Besitz genommen wurden, von ebenen Mächten als »Wildnis«, als unbesiedelt oder leer bezeichnet werden.<sup>249</sup> Dies ungeachtet der Tatsache, dass in diesen Gebieten zum Teil bereits seit Jahrtausenden Menschen leben, die lediglich anderen kulturellen Systemen folgten. Ein Beispiel hierfür bildet die als »Frontier« bezeichnete Linie, die in der fortwährenden Bewegung von Osten nach Westen die Ausbreitung der westeuropäischen Kultur und Inbesitznahme des nordamerikanischen Kontinents dokumentiert hat. Die mit der *frontier line* kommunizierte nordamerikanische Identität, ein »weites, leeres Land zivilisiert zu haben«<sup>250</sup> hat im ausgehenden 20. Jahrhundert durch die Vorwürfe der *First Nations*, der indigenen Bevölkerung, zu vielen Konflikten geführt. Nicht zuletzt wird die Darstellung der *frontier line* in Schulbüchern und anderen Kartenmedien stark kritisiert.<sup>251</sup> Für eine kurze Einordnung in den Kontext der Linie wurden mit diesen Karten folglich symbolische Linien genutzt, um gesellschaftliche Vorstellungen von »zivilisiert« und »unzivilisiert« zu kommunizieren.

Neben religiösen und politischen Grenzen sind kulturelle Grenzen, der Vollständigkeit halber, relevant für die Analyse. Als Beispiel können an dieser Stelle Sprachkarten dienen, die bis ins 20. Jahrhundert sehr beliebt waren, besonders, da sie fest mit politischen Zielen der Nationalisierung und Abgrenzung nach Innen und Außen verknüpft waren.<sup>252</sup> Dies war insofern problematisch, als die abgebildeten Daten sich oft nicht an nationale Grenzen hielten, sondern wie andere thematische, beispielsweise religiöse Karten, andere Zusammenhänge schaffen.

Abgesehen von dieser Problematik sind Sprachkarten bedeutungsvoll, da sie die Grenzen der Verständigungsmöglichkeiten oder deren Veränderung und Ausbreitung darstellen. Neben ihrer Bedeutung für die Sprachforschung vermitteln sie einen Eindruck von kultureller Identität. Gerade mit dem Blick auf die Globalisierung und die damit einher-

---

249 U. Schneider, 2004, S. 103.

250 U. Schneider, 2004, S. 104.

251 U. Schneider, 2004, S. 104.

252 U. Schneider, 2004, S. 59.

gehende geografische Mobilität stellt sich weniger die Frage nach dem Erreichen eines Ortes, als vielmehr danach, wie schwierig sich das Zurechtkommen in einer fremden Kultur gestaltet. Dieses Zurechtkommen definiert sich in erster Instanz darüber, wie gut Informationen ausgetauscht werden können. Bei großen kommunikativen Hindernissen sprechen wir von einer *Sprachbarriere*, die überwunden werden muss.

Neben einem Zugehörigkeitsgefühl durch die Gemeinsamkeit der Muttersprache vermitteln Sprachkarten einen Eindruck von einem kulturellen, linguistischen Bewegungsfreiraum und dessen Grenzen. Über Sprachkarten lässt sich auch die Ausbreitung oder die Vermischung von Kulturreisen visualisieren. Ein Beispiel für die historische Bedeutung von Sprachkarten bildet der sogenannte *Wenker Atlas* von George Wenker, der ihn im 19. Jahrhundert erstellte. Die 1.600 Karten bilden auf der Basis der politischen Grenzen Deutschlands ein detailliertes Bild der verschiedenen Dialekte in ihrer Ausbreitung und ihren Ballungszentren anhand der Aussprache einzelner Wörter. Damit ist es möglich, eine Person lediglich anhand der Art der Aussprache eines Wortes einer bestimmten Region zuzuordnen.

Sprache als Verortungs- und Zuordnungsmethode hat für die thematischen Karten eine besondere Bedeutung, da die Sprache als Identifikationsgrundlage genutzt wurde, um ethnische Karten zu erstellen. Die Sprache wird damit als elementarer Bestandteil einer kulturellen Identität gesehen und genutzt, um deren Verortung auf der Karte vorzunehmen.<sup>253</sup> Ethnische Karten hatten oft politische Hintergründe. Eine der bekanntesten ethnischen Sprachkarten ist jene, die das Gebiet der Habsburger-Dynastie im ausgehenden 19. Jahrhundert darstellt.<sup>254</sup> Die Karte gibt detaillierten Aufschluss über Bündelungen und Ausbreitungen von Sprachräumen mit einem Detailreichtum, der kleine Sprachinseln zeigt, die weit entfernt vom Hauptaum existieren. Die Notwendigkeit für diese Karte war die Hoffnung der Monarchen, durch

---

253 P. Barber, 2005, S. 272.

254 P. Barber, 2005, S. 272.

eine solche Übersicht die aufkommende Nationalisierung der einzelnen Sprachgebiete zu überblicken und die Kontrolle zu behalten.<sup>255</sup>

Die vorangegangenen Beispiele können einen ersten Eindruck davon vermitteln, wie fundamental politisch und gesellschaftlich wichtig thematische Karten sind. Dies zeigt sich sowohl in der Bandbreite als auch in der Tragweite der abgebildeten Informationen. Symbolische Linien decken ein enorm breites Spektrum ab. Die Bandbreite von Karten erstreckt sich auf fast alle Wissenschaften und dient der Visualisierung von komplexem Datenmaterial, das oft mit geografischen Gegebenheiten in Verbindung steht. Dies reicht von der offensichtlichen Linienform von Ländergrenzen bis hin zu den Außenlinien von Gebäuden oder Symbolen, welche die Bedeutung der Gebäude oder Wegmarken kommunizieren. Dabei sind die auf ihnen abgebildeten Informationen ausschlaggebend für den Kartentypus – ob nun Straßenkarten, Wanderkarten, Landkarten, Karten von Wasseradern oder Religions- und Sprachkarten. Neben der Kopplung mit geografischen Gegebenheiten gibt es auch Karten von abstrakten Gebieten, die völlig unabhängig von einer direkten lebensweltlichen Verknüpfung sind. Werden die erarbeiteten Parameter der symbolischen Linie zusammengetragen, so dienen sie der Kommunikation von Informationen bzw. deren abstrakter Repräsentanz. Symbolische Linien bilden geistige Informationen ab, die auf Daten basieren und sie durch die Visualisierung zugänglich machen.

### Zusammenfassung Linientypen

Zusammengefasst konnte über die Definition der Linientypen die Bedeutung von Karten ausdifferenziert werden in ihre einzelnen Aspekte. Die Linienwelt wird damit unterteilt in ihre Entwicklungsschritte zwischen mentalen Karten und geografischen Karten. Es wird ersichtlich, dass nur das Zusammenspiel der verschiedenen Linientypen es möglich macht, zwischen der abgespeicherten Raumwahrnehmung und deren Kommunikation zu vermitteln: Die funktionale Linie bildet die Schnittstelle zur mentalen Karte, indem sie den Bezug zwischen geistigem

---

255 P. Barber, 2005, S. 272.

Wissen und Medium herstellt. Hier geschieht die Einbettung in die Linienwelt. Der Bezug zur physischen Welt wird durch formalästhetische Linien hergestellt durch den Versuch, mithilfe von Vermessung und Geometrie ein möglichst neutrales Abbild der Erde zu schaffen. Der Raum, der sich zwischen diesen beiden Liniensystemen aufspannt, macht es möglich, mithilfe der dort verorteten symbolischen Linie rein konzeptionelle Informationen darzustellen. Die unendliche Bandbreite an kulturellen, sozialen, technologischen, ökonomischen und ökologischen Informationen wird damit sowohl zu den geografischen Gegebenheiten der Welt als auch zu den mentalen Karten in Bezug gesetzt. Die Linienwelt besteht dementsprechend aus funktionalen, formalen und symbolischen Linien, deren Zusammenspiel die Kommunikation – und letztlich auch Manipulation – von mentalen Karten ermöglicht.

Wie zu Beginn bereits erläutert, sind die geografischen, auf Linien basierenden Karten immanenter Bestandteil unserer Gesellschaft und damit eine Voraussetzung für unsere mobile Gesellschaft und globale Politik geworden.<sup>256</sup> Dabei spielt die Orientierung im Alltag eine zentrale Rolle, leben wir doch immer mehr in durch Linien geordneten Systemen. Diese Systeme sind Entwürfe von Konzepten, die der Kommunikation und Verbreitung von Wissen dienen. Ebenso wie die Zeichnungen von Vasari bringen sie nicht nur eine Idee in die Welt, sondern ermöglichen auch wieder ein Weltverständnis. Karten helfen uns so, die Informationen von Räumen zu ordnen und übersichtlich darzustellen.<sup>257</sup>

---

256 U. Schneider, 2004, S. 7.

257 U. Schneider, 2004, S. 7.



## 4 Betreten der Linienwelt

---

In den folgenden Kapiteln wird das Betreten der Linienwelt als ein solches hergeleitet. Als Einstieg dient das folgende Zitat Kevin Flynns:

The Grid. A digital frontier. I tried to picture clusters of information as they moved through the computer. What did they look like? Ships, motorcycles? Were the circuits like freeways? I kept dreaming of a world I thought I'd never see. And then, one day, I got in...<sup>1</sup>

Kevin Flynn ist der Hauptcharakter aus dem Videospiel *Tron*. In dieser Erzählung gelingt es Flynn, eine digitale Realität zu erschaffen und zu betreten. Besagte Welt ist in dem fiktiven Kontext nicht die Welt der Menschen, sondern die Welt der Programme, oder in den vorliegenden Kontext übertragen: die Welt der Informationen. Diese Welt wird als *Grid* bezeichnet, als Raster, als *digital frontier* und somit als die letzte Grenz-Linie zum Unbekannten. Die technologischen Entwicklungen der neuen Medien machen diese Fiktion zur Wirklichkeit. Mit Extended Reality betreten wir die Linienwelt, die in Tron als »Grid« bezeichnet wird, und stehen nun vor der Herausforderung, neue Gestaltungsgrundlagen in diesem (früheren) Niemandsland zu definieren.

Für das Betreten der Linienwelt führen Systemtheorie und Konstruktivismus im ersten Abschnitt die bisherigen Themen zusammen und definieren die Linie als *Unterschied, der den Unterschied macht*, und

---

<sup>1</sup> Sean Bailey, Jeffrey Silver, Steven Lisberger, (Produzenten), Joseph Kosinski (Regisseur). (2010), *Tron – Legacy* (Film), Vancouver, 2010, Min: 0:30-0:50

somit als Grundlage der visuellen Wahrnehmung. Dabei wird die Kommunikation der Linie auf die systemische zweite Beobachterebene gehoben. Diese war bisher der Kommunikation mentaler Raumkarten vorbehalten. Die neuen Medien bieten jedoch auch eine Schnittstelle zu der zeichnerischen Kommunikation mentaler Routenkarten. Mit dem Betreten der neuen Medien wird die Linie wieder lebensweltlich, da sie zu der Welt wird, die uns virtuell umgibt. Mit dieser These schließt diese Arbeit an die Vision der virtuellen Realität an. Damit wird durch das Konzept eines Betretens der Linienwelt über die virtuelle Realität eine neue Betrachtung der Linie möglich.

Anschließend wird das Raster als zentrales Ordnungs- und Orientierungssystem der Linie und damit der Linienwelt hergeleitet. Der dritte und vierte Teil dieses Kapitels ergänzen die Arbeit um den für die weitere Thesenbelegung erforderlichen Exkurs über die Geschichte der zeichnerischen Repräsentation mentaler Routenkarten (Abschnitt 4.3) und die Grundlagen der Stereoskopie, da diese Extended Reality überhaupt erst möglich macht (Abschnitt 4.4). Den kontextuellen Hintergrund hierfür bieten die vorherigen Ausführungen über die Darstellungstechniken im Entwurf und der Kartierung sowie der Perspektivkonstruktion. Die bereits erarbeiteten Ergebnisse werden für diesen Zweck noch einmal kurz zusammengefasst, um die relevanten Kernpunkte für den neuen Kontext der virtuellen Medien herauszuarbeiten. Der immersive Aspekt der Stereoskopie bildet dabei den Übergang zum Hauptteil des Kapitels und damit zur Analyse der virtuellen Welt als Linienwelt (Abschnitt 4.5). Mit dem Blick auf eine technisch-genetische Herleitung, zusammen mit der gedanklichen Basis der Systemtheorie und des Konstruktivismus, ist es möglich, die Linienwelt als die visuelle Basis unseres Raum- und Weltverständnisses zu definieren. Als *visueller Unterschied, der den Unterschied macht*, steht die Linie im absoluten Zentrum von mentalen Routen- und Raumkarten sowie deren Kommunikation.

Im abschließenden Kapitel dieser Arbeit werden die zuvor erarbeiteten Thesen sowie Definitionen und Herleitungen auf die virtuelle Welt angewendet mit dem Ziel, drei Punkte aufzuzeigen:

1. Die Interaktion mit der Linie in den virtuellen Welten erscheint zuletzt als ein Kreisschluss hinsichtlich der lebensweltlichen Anfänge der Linie. Die anfängliche Verbindung von individueller Ich-Perspektive und abstrakter Übersicht erfolgt nach einer langen Separierung wieder als ein Zusammenschluss der Interaktionsformen. In gewisser Weise lassen wir mit der Interaktion in virtuellen Welten die zweidimensionale Zeichnung hinter uns und nehmen die Linie mit in den dreidimensionalen Raum.
2. Mit dem Entwerfen in der virtuellen Welt *betreten* wir die Linienwelt und damit die Abstraktionsebene der Gestaltung. Mit dem Betreten der Abstraktionsebene geht durch die Immersion die Abstraktion als solche verloren. Da Abstraktion ein essenzieller Bestandteil des Entwurfsprozesses ist, muss diese als Gegengewicht zur virtuellen Immersion neu gedacht werden.
3. Mit den virtuellen Medien gelingt ein geistesgeschichtlicher und zugleich methodischer Schulterschluss zwischen den Repräsentationsformen mentaler Routen- und Raumkarten. Die Linie und die Gestaltung auf ihrer Grundlage müssen für den Kontext der virtuellen Medien daher grundlegend neu definiert werden.

## 4.1 Die Linie in Konstruktivismus und Systemtheorie

Dieses Kapitel dient dazu, die vorliegende Arbeit um das philosophische Fundament des systemischen Denkens zu ergänzen, bestehend aus Systemtheorie und Konstruktivismus. Derart argumentativ untermauert erfahren die einzelnen historischen Analysen und ausgearbeiteten Phänomene eine Einordnung in ein Gesamtgefüge. Methodisches Ziel ist es, das gestalterische Betreten des virtuellen Raums als solches zu definieren.

Im Zentrum der Neubetrachtung der Line steht dabei ein Wechsel von einer Außenperspektive auf gestalterische Linienmedien zu einem Betreten derselben – also der Wechsel hin zur Innenperspektive –, mit all den daraus resultierenden Folgen. Nach Einschätzung des Verfassers handelt es sich bei dem angesprochenen Vorgang nicht lediglich um ei-

nen Wechsel auf der Ebene des Mediums, mithin einen Wechsel von Papier zu Bildschirm. Es handelt sich vielmehr um eine Veränderung der Schnittstelle zur Wahrnehmung. Um die These dieser Arbeit noch einmal auf den Punkt zu bringen: Mit dem Schritt in den virtuellen Raum betritt der Gestalter die Linienwelt.

Wieso braucht es dafür das systemische Denken? Bei dem vorliegenden Wechsel geht es zentral um die Veränderung von Realitätswahrnehmung und neuen Formen des Informationsaustausches. Der systemische Ansatz zielt auf die Analyse von Kommunikationsprozessen und Informationsbildung ab und ermöglicht einen methodischen Einblick in den Prozess der Übertragung von mentalen Karten in Zeichnungen und die neuen Formen dieser Übertragung in virtuelle Welten. Mit dem Konstruktivismus ergibt sich ein Verständnis der Linie als grundlegendes Werkzeug der Wahrnehmungsbildung. Für die Einbettung konstruktivistischen Denkens in den Gestaltungskontext braucht es die Systemtheorie, denn während vorausgreifend mit dem Konstruktivismus jegliche Wahrnehmung vom Individuum konstruiert wird, liefert die Systemtheorie ein Konzept, mit dem sich beschreiben lässt, wie eine Kommunikation der individuellen Wahrnehmung, d.h. des Entwurfs, möglich wird.

Mit Niklas Luhmann,<sup>2</sup> Gregory Bateson,<sup>3</sup> George Spencer-Brown,<sup>4</sup> Humberto Maturana<sup>5</sup> und Fritz B. Simon<sup>6</sup> werden Autoren als Quellen für das systemische Denken herangezogen, mit denen der Fokus auf die Kommunikation menschlicher Wahrnehmung gelegt werden kann.

- 
- 2 Niklas Luhmann: Soziale Systeme. Grundriss einer allgemeinen Theorie, Frankfurt a.M., 1984.
  - 3 Gregory Bateson: Ökologie des Geistes. Bateson, Gregory: Ökologie des Geistes. Anthropologische, psychologische, biologische und epistemologische Perspektiven, Frankfurt a.M., 1981.
  - 4 G. Spencer-Brown: Laws of form, New York, 1969.
  - 5 Humberto R. Maturana: Erkennen: Die Organisation und Verkörperung von Wirklichkeit. Ausgewiesene Arbeiten zur Biologie, Epistemologie, Braunschweig, Wiesbaden, 1982.
  - 6 Fritz B. Simon: Einführung in Systemtheorie und Konstruktivismus, Heidelberg, 2017.

Um das systemische Denken auf die Fragestellungen dieser Arbeit anwenden zu können, muss zuerst eine sachliche Ausgangsbasis definiert werden. Im ersten Abschnitt dieses Kapitels (4.1.1) werden daher die relevanten Grundlagen erläutert. Am Anfang gilt es zu klären, was mit Konstruktivismus gemeint ist. Hierbei gilt es zu differenzieren, wie und warum das Gestaltungsparadigma in Kunst und Design unterschiedlich umrissen werden muss.

Grundlage eines solchen Vergleichs ist die Annahme, dass jede wahrgenommene Realität vom Individuum ordnungstechnisch hervorgebracht und damit konstruiert wird.<sup>7</sup> Mit Spencer-Brown wird die Konstruktion von Realität als eine Form von – generativer – Wahrnehmung auf ihr kleinstes konstruktives Element zurückbezogen: die Möglichkeit von Unterscheidung, also die grundsätzliche Möglichkeit, überhaupt einen Unterschied zu machen.<sup>8</sup> Auf dieser konstruktionslogischen Basis kann dann eine erste Querverbindung zu der Funktionsweise von Karten bzw. zu ihrem Grundelement, der Linie, gezogen werden. Als entscheidend wird sich dabei eine Analogie von konstruktivistischem *Unterschied* und gestalterischer *Linie* erweisen. Die Linie wird als grundlegende Unterscheidung und als Grundelement für einen visuellen Konstruktivismus angesetzt. Die Linie wird somit zu einem visuellen, wenn nicht sogar *dem* »Unterschied, der den Unterschied macht«<sup>9</sup>. Anders formuliert: Die Linie ist das, was im Denken aus dem Konzept des Unterschieds folgt, wenn der »Unterschied als Unterschied« konstruiert und zugleich visualisiert wird. Damit wird die Linie zu einem erkenntnistheoretischen Grundelement und im Anschluss daran zur Grundlage jeder praktischen Auseinandersetzung mit linearer Gestaltung.

Um die Definition der Linie als *konstruktivistischer Unterschied* in die Kontexte von mentalen Karten, geografischen Karten und virtuellen

---

7 Heinz von Foerster/Wolfram K. Köck: Sicht und Einsicht. Versuche zu einer operativen Erkenntnistheorie, Siegen, 1985, S. 30.

8 G. Spencer-Brown, 1969, S. 3.

9 Gregory Bateson/Hans G. Holl: Geist und Natur. Eine notwendige Einheit, Frankfurt a.M., 2017, S. 122.

Räumen einzuordnen, braucht es den Schulterschluss von Konstruktivismus und Systemtheorie: Die Systemtheorie bettet den Ansatz des Konstruktivismus in den Entwurf ein. Damit eröffnet der systemtheoretische Ansatz das Analysefeld von Abstraktion und Formalisierung einer individuellen Wahrnehmung mit Hilfe von Linien.

Wie noch ausführlicher aufgezeigt wird, erscheint letzterer Punkt relevant für eine Verhandlung der sogenannten *Kommunikations-Ungenauigkeiten* und damit essenziell für das Verständnis des Gestaltungsprozesses. Im zweiten Abschnitt des Kapitels (4.1.2) wird daher die Liniendiskussion im Zusammenhang mit der Systemtheorie weiter konkretisiert. Dabei rückt eine zeitliche Umstellung oder Transformation ins Zentrum der Betrachtung. Es geht um die Darstellung synchroner Abhängigkeiten als Gegenstück und Umsetzung von diachronen Abfolgen.<sup>10</sup>

In diesem Abschnitt zur Systemtheorie werden Systeme, Beobachterebenen und darauf aufbauend verschiedene Unterscheidungsebenen ausdifferenziert. Es gilt zu verstehen, dass und wie das psychische System des Menschen zum Teil eines Gesamtsystems von Gestaltungsprozessen werden kann. Dazu gilt es, den Menschen systemisch zu verstehen. Mit Luhmann geschieht dies ausgehend vom Konzept systemischer Geschlossenheit einerseits und systemischer Offenheit im Hinblick auf einen system-äußeren Beobachterstandpunkt andererseits.<sup>11</sup>

So gilt es analytisch von der Frage auszugehen: *Was ist Beobachtung?* Ganz grundsätzlich, um darauf aufbauend weiter danach zu fragen: *Wer beobachtet? Und was wird beobachtet?* Die Analyse endet mit der Frage nach der Modalität von Beobachtung, d.h.: *Wie wird beobachtet?* Ausgehend von diesen Grundlagen können dann weiterführende Feststellungen und Definitionen vorgenommen werden, die benötigt werden, um die Wahrnehmung der Linie zu verstehen.

---

<sup>10</sup> F. B. Simon, 2017, S. 13.

<sup>11</sup> N. Luhmann, 1984.

### 4.1.1 Konstruktivismus

Alles was wir sehen, hören, riechen, schmecken, denken und fühlen, ist das Ergebnis einer gigantischen Konstruktionsleistung des Gehirns.<sup>12</sup>

Das vorstehende Zitat stammt von Hirnforscher Gerhard Roth, der den Konstruktivismus in seiner akademischen Spätphase aufnimmt. Es geht ihm im Wesentlichen »nur noch« darum, ein wohltabilliertes Schema des Verstehens auf ein neues Forschungsgebiet zu übertragen. Die Neurophysiologie bedient sich hier eines Zugangs, mit dessen Hilfe man sich schon zuvor mediale und erkenntnistheoretische Zusammenhänge erschlossen hat.

Die Pointe, dass unser Gehirn unsere Wirklichkeit konstruiert, scheint so gesehen zwar thesenhaft fundiert, jedoch nicht neu. Es mutet angesichts der spektakulären Forschung rund um neurophysiologische Vorgänge schon fast banal an, das, was wir unbesehen als Wirklichkeit wahrnehmen, als eine Syntheseleistung verschiedener Prozeduren in unserem Gehirn aufzufassen. Im Folgenden soll es jedoch noch einmal um Grundsätzliches gehen. Ein weitergehender Zusammenhang ergibt sich dabei aus den Versuchen, mithilfe von virtuellen Verfahren unsere Wahrnehmungs- und wirklichkeitskonstruktiven Denkleistungen zu modellieren.

Die folgenden Ausführungen zum Konstruktivismus dienen dazu, die Linie systemtheoretisch als *Unterschied, der den Unterschied macht* zu verorten. Es gilt also, die Linie als Kernpunkt visueller Wahrnehmungskonstruktion herauszuarbeiten.

Die Basis des Konstruktivismus ist die Annahme, dass die wahrgenommene Realität in der Wahrnehmung des Individuums erstmals konstruiert wird. Es geht es um Fragen der Epistemologie:

---

<sup>12</sup> Gerhard Roth: »Wir selbst sind Konstrukte«, in: Bernhard Pörksen (Hg.), *Die Gewissheit der Ungewissheit. Gespräche zum Konstruktivismus*, Heidelberg, 2002, S. 139-165, hier S. 149.

[...] der Konstruktivismus beschäftigt sich mit dem menschlichen Erkennen, Denken, Urteilen. Nur sieht er diese Vorgänge nicht getrennt von der zu erkennenden Welt, sondern als Teil von ihr, d.h. er versucht den Blick auf die Wechselbeziehungen zwischen beidem, Erkenntnis und Erkanntem, zu richten.<sup>13</sup>

Die wissenschaftliche Basis für die These der *Konstruktion der Realität* ist zweigeteilt zwischen Forschungen der Psychologie und Biologie. Das psychologische Fundament bilden die Studien von Jean Piaget<sup>14</sup> und George A. Kelly<sup>15</sup> über den Aufbau und die Ausbildung des Weltbildes von Kindern. Die ersten Ansätze des Konstruktivismus aus der Biologie stammen von Humberto Maturana,<sup>16</sup> und Warren McCulloch<sup>17</sup> und gründen sich auf Studien über die gegenseitige Beeinflussung und Abhängigkeit von epistemologischen und neurologischen Prozessen.<sup>18</sup> Zusammengenommen bilden die Thesen und Erkenntnisse beider Felder (Biologie und Psychologie) die Grundlage für die geisteswissenschaftlichen Ansätze des Konstruktivismus.

Für eine vertiefte Erläuterung dieser Engführung naturwissenschaftlicher und geisteswissenschaftlicher Ansätze bieten sich insbesondere die Schriften von Heinz von Foerster an.<sup>19</sup> Er umschreibt den Aufbau und die Konstruktion eines Weltbildes quasi-mathematisch als die »Errechnung einer Realität«.<sup>20</sup> Mit Blick auf die virtuellen Realitäten und deren geometrisch-mathematischen Grundlagen wird verständlich, warum die Ausarbeitung dieser These besonderes Augenmerk verdient. Gerade wegen der thematischen Nähe der Wörter muss zwischen von Foersters Begriff des Rechnens und dem Konstruieren im Allgemeinen unterschieden werden. Die begriffliche Verwendung

---

13 F. B. Simon, 2017, S. 12.

14 Jean Piaget: Der Aufbau der Wirklichkeit beim Kinde, Stuttgart, 1998.

15 George A. Kelly: The psychology of personal constructs, London, 1955.

16 H. R. Maturana, 1982.

17 Warren S. McCulloch: Embodiments of Mind, Cambridge Mass., 1970.

18 F. B. Simon, 2017, S. 43.

19 H. von Foerster/W. K. Köck, 1985.

20 H. von Foerster/W. K. Köck, 1985, S. 29.

reicht weit über den Umgang mit Zahlen hinaus und verortet sich über eine etymologische Herleitung des Wortes als Tätigkeit des Ordnens, Verwandelns und Modifizierens:

Das Wort ›rechnen‹ kommt von einem im Hochdeutschen nicht mehr vorhandenen Adjektiv, das ›ordentlich, genau‹ bedeutet. ›Rechnen‹ heißt also ursprünglich ›in Ordnung bringen, ordnen‹. Dazu gehört u.a. auch ›Rechenschaft‹ und ›recht‹. Es braucht somit also keineswegs auf numerische Größen Bezug genommen werden. Ich möchte den Begriff des ›Rechnens‹ in diesem sehr allgemeinen Sinn verwenden, um jede (nicht notwendig numerische) Operation zu benennen, die beobachtete physikalische Entitäten (›Objekte‹) transformiert, modifiziert, ordnet, neu anordnet usw.<sup>21</sup>

Damit ist die Errechnung der Realität definiert durch die Tätigkeit des aktiven Gestaltens und Ordnens. Indem diese im Geiste oder, wie bei Roth, im Gehirn verortet wird, handelt es sich um einen Kognitionsprozess. Hergeleitet wird die Annahme einer Errechnung der Realität informationell, das heißt über die Verarbeitung der Informationen. Von Foerster stützt sich darauf, dass die Informationen, die das Gehirn oder der Rechenapparat über die Schnittstellen der Sinne oder Sensoren bekommt, ausgewertet und interpretiert werden müssen. Mit Blick auf Physisch-Organisches bedeutet das:

Die Reaktion einer Nervenzelle encodiert nicht die physikalischen Merkmale des Agens, das ihre Reaktion verursacht. Es wird lediglich das ›so viel‹ an diesem Punkt meines Körpers encodiert, nicht aber das ›was‹.<sup>22</sup>

Die Übertragung des ›so viel‹ in ein ›was‹ geschieht, so die These anschließend, im Gehirn durch auf Erfahrungen gestützte Interpretationen. Aus den Wahrnehmungen wird eine Realität *konstruiert*. Von Foerster unterstreicht dies, indem er in seinen Herleitungen spezifisch von

---

21 H. von Foerster/W. K. Köck, 1985, S. 30.

22 H. von Foerster/W. K. Köck, 1985, S. 29.

einer Realität im Gegensatz zu *der* Realität spricht.<sup>23</sup> Damit wird hervorgehoben, dass es nicht die eine Realität gibt, sondern durch jede interne Interpretation der Wahrnehmung eine eigene, individuelle Realität entsteht. Übereinstimmungen zwischen Realitätskonstruktionen stellen, wenn sie vorkommen, die absolute Ausnahme dar:

Es gibt eine tiefe Kluft zwischen dem ›die-‹Denken und dem ›eine-‹Denken, wofür wieder die Begriffe ›Bestätigung‹ bzw. ›Korrelation‹ jeweils als erklärende Paradigmen der Wahrnehmung gelten. Die ›die-‹Auffassung meint: eine Wahrnehmung der Berührung ist eine *Bestätigung* meiner visuellen Wahrnehmung, dass es einen Tisch *gibt*. Die ›eine-‹Auffassung meint: Meine Wahrnehmung der Berührung in *Korrelation* mit meiner visuellen Wahrnehmung *erzeugt* eine Erfahrung, die ich als ›Hier ist ein Tisch‹ beschreiben kann.<sup>24</sup>

Der Argumentation von Foersters folgend wird in dieser Arbeit mit der Annahme gearbeitet, dass es nicht *die* Realität gibt, sondern Realität immer nur in Korrelation zu den besonderen Wahrnehmungen des Individuums konstruiert bzw. errechnet wird. Damit ist der erste Grundstein für die Wahrnehmungsanalyse gelegt. Im nächsten Schritt muss es darum gehen, diese Annahme auf den Prozess der Kommunikation bzw. der Informationswahrnehmung anzuwenden und hervorheben. Wenn jegliche Wahrnehmung und damit auch jegliche Form der Informationsweitergabe und -aufnahme eine Interpretationssache ist, löst sich die Information an sich wesensmäßig von ihrem Inhalt. Fest steht dann lediglich, dass Informationen ausgetauscht werden, nicht, *was* sie kommunizieren. Es unterscheiden sich die Wahrnehmung einer Zeichnung und deren Inhalt von Betrachter zu Betrachter, und damit gleichsam von Konstrukteur zu Konstrukteur. Wenn alle Wahrnehmung also eine Interpretationssache ist, was sind dann aus konstruktivistischer Sicht Informationen? Damit kommen wir zum Kern menschlicher Kommunikation und Wahrnehmung. Das Problem lässt sich in folgende Frage ausdifferenzieren: Was ist das grundlegende Element der Wahrnehmung?

---

23 H. von Foerster/W. K. Köck, 1985, S. 30.

24 H. von Foerster/W. K. Köck, 1985, S. 30. (Hervorhebungen im Orginal)

Was ist deren kleinster Baustein? Und damit wiederum: Was sind Informationen? Eine Antwort liefert der Sozialwissenschaftler und Philosoph Gregory Bateson:

[...] Wahrnehmung arbeitet nur mit Unterschieden. Jede Informationsaufnahme ist notwendig die Aufnahme einer Nachricht von einem Unterschied, und alle Wahrnehmung von Unterschieden ist durch Schwellen begrenzt. Unterschiede, die zu klein oder zu langsam dargestellt sind, können nicht wahrgenommen werden. Sie sind keine Nahrung für die Wahrnehmung.<sup>25</sup>

Unterscheidungen bilden demnach die Grundlage der Wahrnehmung. Hervorzuheben ist das Vorhandensein eines Schwellenwerts. Für das Treffen einer Unterscheidung braucht es also wahrnehmbare Differenzen, hinsichtlich derer eine Unterscheidung getroffen werden kann. Sind solche Differenzen nicht vorhanden, kann keine Entscheidung auf Grundlage einer Unterscheidung getroffen werden. Erst durch sie kommt es zu Orientierung, Zuordnung und Verstehen. Unterscheidung ist der grundlegende Akt der Trennung des einen vom anderen. Dabei kann eine Seite der Unterscheidung auch unbestimmt sein bzw. bleiben. Dabei suggeriert die informationelle Trennung eine Unabhängigkeit, die es sachlich noch nicht gibt.

In einer Unterscheidung kann eine Seite nicht ohne die andere existieren, das ergibt sich bereits aus formallogischen Gründen. Dabei lässt sich unterscheiden zwischen einer bestimmten und einer unbestimmten Negation. Bei Ersterer handelt es sich sprachlich gesehen nur um eine Form von Verneinung, bei Letzterer um die Bildung eines semantischen Gegenteils. Bei der Wahrnehmung von einem »Tisch« etwa wird dieser unterschieden von allem, was »nicht Tisch« ist, wenn es sich um eine Verneinung handelt. Wir haben dann eine Unterscheidung mit einer definierten, und einer undefinierten Seite vor uns. In dem anderen Fall, also bei einer semantischen Opposition, muss ein als Gegenteil angenommenes Korrelat gefunden werden. So stünde etwa im Farbspek-

---

25 G. Bateson/H. G. Holl, 2017, S. 39.

trum der Wert ›schwarz‹ dem Wert ›weiß‹ gegenüber, in der räumlichen Orientierung das ›Oben‹ dem ›Unten‹ und so weiter.

Über die beiden grundsätzlich logisch ausdifferenzierten Negationsbegriffe hinaus lassen sich Grade und Verläufe von Oppositionen denken, wie sie in der Alltagssprache geläufig sind. Man denke etwa an: Objekt/Umwelt; Redundanz/Varietät; Regierung/Opposition; Ordnung/Unordnung; Haben/Nichthaben; recht/unrecht; wahr/unwahr; Immanenz/Transzendenz; Krieg/Frieden; Design/Kunst; dynamisch/statisch; Ich/Du; heiß/kalt; Tag/Nacht; Leben/Tod; laut/leise; Innen/Außen; Volumen/Fläche; Punkt/Linie.

Unterscheidungen wie diese bilden das Gerüst der Kommunikation, der Wahrnehmung und damit auch der Konstruktion der Realität bzw. Weltwahrnehmung. Noch einmal zusammengefasst mit Bateson: »Informationen bestehen aus Unterschieden, die einen Unterschied machen.«<sup>26</sup>

Jegliche Wahrnehmung von Realität ist also das Resultat einer Interpretation von Sinneseindrücken. Die Interpretation der Eindrücke geschieht durch das Einziehen von Unterschieden. Ob es zu einer Unterscheidung kommt, hängt von individuellen Erfahrungen und dem Schwellenwert der Unterscheidung ab. Je höher der Schwellenwert, desto einfacher fällt es, eine Unterscheidung als solche zu ziehen.

Mit diesen Feststellungen ist es möglich, eine erste Übertragung in den medialen Kontext dieser Arbeit vorzunehmen. Dazu werden die hergeleiteten Definitionen von Wahrnehmung und *Unterschied* mit den bisherigen Definitionen der Linie verglichen, um die Linie als den visuellen *Unterschied, der den Unterschied macht*, herauszuarbeiten. Dies geschieht in zweierlei Hinsicht: über den Bedeutungskontext und über Materialität bzw. Immaterialität.

Fassen wir für den Kontext kurz die bisherigen Feststellungen über die Linie zusammen, wie sie im zweiten Kapitel dieser Arbeit zusammengetragen wurden: Dort ist die Linie immer ein Element der Grenzziehung, Ordnung, Strukturierung, egal auf welcher Abstraktionsebene:

---

26 G. Bateson/H. G. Holl, 2017, S. 122.

als lebensweltliche Lotschnur, als Grenzziehung im Physischen (Ländergrenzen) und im Sozialen (Rechtsprechung) oder nicht zuletzt als abstrakter geometrischer Vektor bzw. als mathematische Funktion. Vergleichen wir dies mit dem konstruktivistischen Unterschied werden Grenzziehung, Ordnung, Strukturierung immer genau durch eben einen solchen erzeugt. Die Linie steht also immer im Kontext von Unterscheidungskonzepten, erzeugt diese bzw. ist ausschlaggebender Bestandteil. Wir können also festhalten, dass die Linie ein grundlegender visueller Unterschied ist. Einen weiteren Punkt liefert der Vergleich der Körperllichkeit von Unterschied und Linie. Mit Bateson lässt sich der *Unterschied* außerhalb von Zeit und Raum verorten:

Unterschiede sind ihrer Natur nach Beziehungen und daher nicht in der Zeit oder im Raum lokalisiert. Wir sagen, dass der weiße Fleck »dort« in der Mitte der Tafel ist, aber der Unterschied zwischen dem Fleck und der Tafel ist nicht »dort«. Er ist nicht in dem Fleck; er ist nicht in der Tafel; er ist nicht in dem Raum zwischen der Kreide und der Tafel. Ich könnte die Kreide von der Tafel abheben und sie nach Australien schicken, aber dadurch würde der Unterschied nicht zerstört oder verschoben, weil ein Unterschied keine Ortsbestimmung hat.<sup>27</sup>

Eine Unterscheidung ist also eine getroffene Entscheidung der Wahrnehmung, und als solche besitzt sie keine physische Form. Man könnte auch knapp sagen: Unterschiede sind immateriell. Dasselbe gilt für die Linie. Dazu Arnold:

Der einmal gezogene Strich der Zeichnung soll sich zugleich entziehen, indem er einen Unterschied einzieht. Er zeichnet eine Grenze ein, die selbst scheinbar nicht betreten, sondern lediglich übertritten werden kann. Das Einerseits und Andererseits der Unterscheidung scheint demnach diesseits jener Unterscheidung zu liegen, die ihrerseits gerade das Jenseits beider markieren soll. Die Eindimensionalität der

---

27 G. Bateson/H. G. Holl, 2017, S. 122.

gezeichneten Linie entzieht sich der Zweidimensionalität der Fläche gerade dadurch, dass jene diese erst aufzieht.<sup>28</sup>

Wie man sehen kann, wird durch das Ziehen einer Linie eine Unterscheidung in die Welt gebracht. Diese ist wie das Gesetz nicht physisch, sondern immateriell. Dies wird noch einmal betont durch den letzten Abschnitt des Zitats: Die Linie ist eindimensional, hat keine Breite oder Fläche. Damit kann eine Linie nur eine Linie sein, wenn sie als Trennung, als Unterteilung in Erscheinung tritt. Um wieder auf die Terminologie des Konstruktivismus zurückzukommen: Die Linie ist nur als Linie zu erkennen, wenn sie einen Unterschied macht. Macht sie diesen nicht, ist die Linie als solche nicht vorhanden. Offenbar ist also die Linie immer *ein* Unterschied, der einen Unterschied macht.

Beschränken wir uns auf den Bereich der visuellen Wahrnehmung und Realitätskonstruktion, wird erkennbar, dass jeglicher als solcher wahrgenommene Unterschied durch Linien gezogen wird. Im Bereich des Visuellen ist die Linie damit nicht nur *ein* Unterschied, sondern *der* Unterschied. Epistemologisch gesprochen, ist die Linie das, was das Gehirn aus dem visuellen Unterschied macht, um seine Welt zu konstruieren. Die Linie ist *der* visuelle Unterschied, der den Unterschied macht.

Damit ist die erweiterte Liniendefinition, jedenfalls im epistemologischen Kontext, vorerst geklärt. Jedoch ist damit nur das *Was* geklärt und nicht das *Wie*. Es ist nötig, von der Information zur Frage der Kommunikation zu kommen. Im Kontext dieser Arbeit heißt dies: Wie steht es um die Kommunikation der Linie zwischen mentalen Karten, Karten, Zeichnungen und virtuellen Welten? Für die Beantwortung dieser Frage braucht es den zuvor angekündigten Schulterschluss zwischen Konstruktivismus und Systemtheorie.

---

28 Florian Arnold: »Die Dekonstruktion des Bildes«, in: Rodolphe Calin/Tobias Dangel/Roberto Vinco (Hg.), *Die Tradition der negativen Theologie in der deutschen und französischen Philosophie*, Heidelberg, 2018, S. 341–370, hier S. 346–347.

### 4.1.2 Systemtheorie

Wo der Konstruktivismus nach der Wechselwirkung zwischen »Erkenntnis und Erkanntem«<sup>29</sup> fragt, ergänzt die Systemtheorie die Analyse um die gegenseitigen Beziehungen der »Welt der Objekte«.<sup>30</sup> Damit kann die Betrachtung neue Tiefe gewinnen, indem nicht mehr nur die Erkenntnis der Welt betrachtet wird, sondern auch der Versuch der Weitergabe, der Kommunikation dieser Wahrnehmung. Im Folgenden geht es um die Wechselbeziehungen zwischen den erkennenden Individuen zueinander und dem zu Erkennenden. Dabei gilt es prinzipiell die Frage zu klären, wie Kommunikation im Entwurf zustande kommt und wie sie sich aus systemtheoretischer Sicht darstellt.

Die Systemtheorie in all ihren mannigfaltigen Ausformulierungen befasst sich mit der Analyse von Systemen. Der Kern der Systemtheorie findet sich schon in seiner Bezeichnung:

Untersucht werden mussten also »zusammengesetzte Einheiten« oder anders formuliert: Systeme (griech. *syn* = zusammen, *histanai* = stellen, setzen, legen), die durch das Zusammenwirken einer Vielzahl von Elementen gebildet wurden.<sup>31</sup>

Für die Grundlagen der Systemtheorie muss zuerst geklärt werden, wie und warum man ein System betrachtet – was ist der Vorteil dieser Art der Analyse? Darauf aufbauend wird erläutert, aus welchen Perspektiven systemische Betrachtung stattfindet – wie beobachtet man ein System? In der Beobachtungsanalyse werden die Begriffe des Beobachters 1. und 2. Ordnung eingeführt, ebenso wie die Unterscheidungen 1. und 2. Ordnung. Abschließend werden Definitionen und Erkenntnisse auf den zeichnerischen Gestaltungskontext übertragen.

Die Wahl der Systemtheorie als theoretisches Fundament basiert darauf, dass sie es ermöglicht, den Konstruktivismus in den Gestaltungskontext einzubetten – insbesondere, da die systemische Analyse

29 F. B. Simon, 2017, S. 12.

30 F. B. Simon, 2017, S. 12.

31 Ebd., S. 14. (Hervorhebungen im Orginal)

nach zirkulären Zusammenhängen im Gegensatz zu diachronen Abfolgen fragt. Dies ermöglicht den Zugang zur wissenschaftlichen Betrachtung hochkomplexer Zusammenhänge wie etwa dem Gestaltungsprozess. Während vorhergehende Erkenntnistheorien Beziehungen nach einem Ursache-Wirkung-Zusammenhang im herkömmlichen Sinne betrachten, versucht die Systemtheorie synchrone Abhängigkeiten zu erarbeiten. Wenn A Ursache für B und B Ursache für A ist, bringen die Begriffe Ursache und Wirkung schlagartig keinen Erkenntnisgewinn mehr. Stattdessen rückt das Wechselspiel der Elemente und seine Entwicklung in den Fokus. Dazu Fritz B. Simon: »An die Stelle geradliniger-kausaler treten zirkuläre Erklärungen, und statt isolierter Objekte werden die Relationen zwischen ihnen betrachtet.«<sup>32</sup>

Zur direkten Einbindung in den hiesigen Kontext hier eine Gegenüberstellung von linearen und zirkulären Erklärungsformen am Beispiel der Zeichnung. Die lineare Erklärung könnte lauten: Die Idee ist die Ursache und die Auswirkung ist die resultierende Zeichnung. Die Frage nach der Ursache für den Prozess des Zeichnens gewinnt jedoch an Komplexität, sobald die Idee nicht mehr von vornherein als fertig angesehen wird. Der Akt des Zeichnens beginnt nicht mit der einen brillanten klaren Idee, sondern mit einer Serie.<sup>33</sup> Dies zeigt, dass die Idee nicht von Anfang an fertig existent ist, sondern sich durch die zeichnerische Auseinandersetzung rückwirkend auch die Idee im Kopf des Zeichners verändert. Eine systemische Analyse dieses Prozesses fragt nun danach, wie Idee und Zeichnung in Wechselwirkung treten, und ermöglicht so Erkenntnisse über den Gestaltungsprozess.

Darin zeigt sich ein großer Vorteil der Systemtheorie. Indem sie über geradlinige Erklärungsformen hinausgeht, eröffnet sich die Möglichkeit für die Analyse von Zusammenhängen mit besagtem hohem Komple-

---

32 Ebd., S. 13.

33 Bernhard Siegert: »Weiße Flecken und finstre Herzen«. Von der symbolischen Weltordnung zur Weltentwurfsordnung, in: Daniel Gethmann/Susanne Hauser (Hg.), Kulturtechnik Entwerfen. Praktiken, Konzepte und Medien in Architektur und Design Science, Bielefeld, 2009, S. 19–48, hier S. 25.

xitätsgrad.<sup>34</sup> Dieser Zugang und der Umstand, dass systemische Konzepte abstrakt, und damit fast universell anwendbar sind, hat zu einer Verbreitung der Ansätze und zu einem Paradigmenwechsel in fast allen Wissenschaften geführt.<sup>35</sup> Je nach Fachdisziplin und dementsprechend nach jeweils spezifischer Anwendung werden unterschiedliche Namen für den systemtheoretischen Ansatz genutzt: Kybernetik, Kommunikationstheorie, Chaostheorie, Komplexitätstheorie u.w.m.<sup>36</sup> Den Ansätzen gemeinsam ist der angestrebte Zugang zu bisher unzugänglichen Zusammenhängen. Wie wir gesehen haben, weist auch der Gestaltungsprozess komplexe Wechselwirkungen auf. Von besonderem Interesse ist dabei die Wahrnehmung und die Kommunikation der Idee des Gestalters mit sich selbst und anderen.

Am Anfang steht die Frage, wie Systeme betrachtet bzw. als solche definiert werden können. Dazu muss zuerst geklärt werden, wo die Grenzen des Systems verlaufen, um es als solches zu erkennen. Niklas Luhmann greift dabei zurück auf den Konstruktivismus und damit auf Unterscheidungen: »Als Ausgangspunkt jeder systemtheoretischen Analyse hat, darüber besteht heute wohl fachlicher Konsens, die Differenz von System und Umwelt zu dienen.«<sup>37</sup>

Auf dieser Annahme operiert Luhmanns gesamte Systemtheorie.<sup>38</sup> Das System wird demnach durch das Setzen von Unterscheidungen, von Grenzen erst als solches definiert. Die Differenzierung an sich ist dabei das grundlegende Element in diesem Aufbau: »Am Anfang steht also nicht Identität, sondern Differenz«.<sup>39</sup> Dies mag zuerst irritierend anmuten, basieren philosophische Ansätze doch meist eher darauf, einen einzelnen, singulären Ursprung zu finden, um von diesem ihre Erkenntnisse ableiten zu können. Jedoch lässt sich mit Luhmann feststellen, dass sich eine Identität von etwas nur definieren lässt, indem

---

34 F. B. Simon, 2017, S. 15.

35 F. B. Simon, 2017, S. 12.

36 F. B. Simon, 2017, S. 12.

37 N. Luhmann, 1984, S. 35. (Hervorhebungen im Orginal)

38 Walter Reese-Schäfer: Luhmann zur Einführung, Hamburg, 1992, S. 10.

39 N. Luhmann, 1984, S. 112.

es von etwas anderem abgegrenzt, das heißt unterschieden wird. Bei der Systembetrachtung ist zuerst die Unterscheidung zu setzen, welche Elemente zum konkreten System gehören und welche nicht (und folglich zu einem anderen System gehören).

Im Gestaltungskontext können wir zwischen drei Systemen Grenzen ziehen: erstens das System der Person, die entwirft; zweitens das System der Person, die auf Basis von wahrgenommenen Signalen Informationen konstruiert; und drittens das System des Kommunikationsraums, der zwischen ihnen liegt. Entwerfer und Beobachter können dabei identisch sein, wie beispielsweise im Fall einer zeichnerischen Auseinandersetzung.

Um den Entwurfsprozess zu verstehen, ist es wichtig nachzuvollziehen, um welche Art von System es sich bei dem gestaltenden Individuum handelt. Mit Heinz von Foerster und Humberto Maturana wird im Folgenden der Gestalter im systemischen Kontext als ein geschlossenes, autopoietisches nichttriviales (lebendes) System hergeleitet. Dazu wird zuerst zwischen trivialen (berechenbaren) und nichttrivialen (lebenden) Systemen unterschieden. Triviale Systeme sind berechenbar nach einem kausalen Ursache-Wirkung-Prinzip und liefern unabhängig vom Beobachter immer dasselbe Ergebnis, während nichttriviale Systeme sich mit der Zeit durch Lernerfahrungen verändern können und nicht berechenbar sind.<sup>40</sup> Mit der Fähigkeit des Lernens werden nichttriviale Systeme gewissermaßen zu lebenden Systemen. Sie können lernen und sich durch die Beobachtung verändern.<sup>41</sup> Der Begriff »lebend« beschreibt dabei nicht nur biologisch lebende Organismen. In die Definition eingeschlossen sind auch soziale und psychische Systeme.<sup>42</sup> Zu diesen zählt auch der Gestalter:

Menschen sind nichttriviale Systeme. Das gilt nicht nur für ihre Psyche, die sich im Laufe ihrer Geschichte verändert (d.h. vergangenheits-

---

40 Heinz von Foerster: »Abbau und Aufbau«, in: Fritz B. Simon (Hg.), *Lebende Systeme. Wirklichkeitskonstruktionen in der systemischen Therapie*, Suhrkamp 1997, S. 32–51, hier S. 41.

41 F. B. Simon, 2017, S. 42.

42 F. B. Simon, 2017, S. 16.

abhängig ist), sondern auch für ihren Körper. Dieser behält zwar viele Merkmale seiner Struktur, solange er lebt, aber auch er ist lernfähig. Das Gehirn verändert im Laufe der Lerngeschichte eines Individuums seine neuronalen Verknüpfungen, und das Immunsystem entwickelt Abwehrmechanismen gegenüber Erregern, mit denen es in Kontakt gekommen ist. All diese internen Veränderungen führen dazu, dass die Reaktionen des Organismus, der immer im hier und jetzt operiert, unvorhersehbar bleiben, was die Zukunft betrifft.<sup>43</sup>

Die Systemtheorie ermöglicht einen besonderen analytischen Zugang zu nichttrivialen Systemen. Dies geschieht zuerst durch die Betrachtung und Definition des Gehirns als ein operational geschlossenes, autopoietisches System. Mit Maturana hat das Gehirn keinen unmittelbaren Zugang zur Welt und bezieht sich in seinen Operationen auf sich selbst.<sup>44</sup> Dies kann als Ergänzung bzw. als Schulterschluss zum Konstruktivismus gesehen werden. Nur durch den Umstand, dass die Wahrnehmung keine direkte Verbindung zur Realität hat, sondern es eine Grenze zwischen ihnen gibt, ist es überhaupt notwendig, dass jedes Individuum sich seine eigene Realität konstruiert:

Das Nervensystem wird als Einheit (d.h. als System) definiert durch Relationen, die es als geschlossenes Netzwerk interagierender Neuronen auf solche Weise konstituieren, dass jegliche Veränderung des Zustandes relativer Aktivität einer Menge von Neuronen zu einer Veränderung des Zustands relativer Aktivität einer anderen oder derselben Menge von Neuronen führt: alle Zustände neuronaler Aktivität im Nervensystem führen stets zu anderen Aktivitätszuständen des Nervensystems. Ein geschlossenes neuronales Netzwerk hat weder Input- noch Outputoberflächen als charakteristische Merkmale seiner Organisation, und auch wenn es durch die Interaktion seiner Bestandteile beeinflusst werden kann, gibt es für sein Operieren als System ledig-

---

43 F. B. Simon, 2017, S. 39–40.

44 F. B. Simon, 2017, S. 47.

lich seine eigenen Zustände relativer neuronaler Aktivität, unabhängig von dem, was der Beobachter über ihren Ursprung sagen mag.<sup>45</sup>

Das Nervensystem des Gehirns ist also ein geschlossenes System, das keinen Ein- oder Ausgang für Informationen hat. Gedanken auf der einen Seite oder sensorische Informationen auf der anderen Seite können also lediglich durch Interpretation von Signalen wahrgenommen oder mitgeteilt werden. Übertragen auf Gestaltungsfragen bedeutet das: In einem Gestaltungskontext interagieren also Systeme miteinander, die keinen direkten Austausch führen können. Wenn Aktivitäten in einem System zuverlässig zu Aktivitäten in einem anderen System führen, so werden sie als *gekoppelt* bezeichnet. Damit wird es möglich, sich mit dem Problem der Kommunikation zwischen diesen nichttrivialen (lebenden) Systemen auseinanderzusetzen. Der Konstruktivismus lehnt dabei die Vorstellung einer *allgemeingültigen Wahrnehmung* ab. Jegliche Form von Kommunikation hat mit dem Problem zu tun, dass die gesendeten Signale beim Empfänger anders interpretiert werden könnten. In der Gestaltung ist dies ein besonderes Problem, da es um die Kommunikation von neuen Ideen, von Gedanken geht. Entwerfende Gestaltung ist aus diesem Blickwinkel der Versuch, die eigene mentale Karte (Idee) möglichst unmissverständlich mitzuteilen, mit dem Ziel, sowohl die eigene als auch andere mentale Karten zu beeinflussen. Die Systemtheorie ermöglicht einen methodischen Zugang zu diesen Zusammenhängen. Dabei geht es um die Reduktion von Verständnis-Unschärfen im Sinne einer Realitätskonstruktion. Mit der Systemtheorie lässt sich erklären, warum Zeichnen in diesem Kontext sinnvoll ist: Durch die Zeichnung nach geometrischen Grundlagen werden Regeln eingezogen (Linien), die einem *anders Verstehen* durch Formalisierung entgegenwirken. Mit der Definition des Gestalters als einem geschlossenen, autopoietischen nichttrivialen (lebenden) System ist gleichzeitig das Kernproblem der Kommunikation sichtbar geworden: die durch Interpretation entstehenden Verständnis-Unschärfen.

---

45 H. R. Maturana, 1982, S. 47.

Antworten auf diese Fragen kann die systemische Analyse geben. Um dies zu tun, ist zuvor zu klären, wie im systemischen Denken mit der Betrachtung begonnen wird. Denn im Gegensatz zu linearen Zusammenhängen haben Systeme durch ihren grundsätzlich zirkulären Aufbau keinen Anfang und kein Ende. Wenn anstelle einer geradlinigen Abfolge von Ereignissen ein System betrachtet wird, ist es nur möglich, einen andauernden Kreislauf von gegenseitiger Beeinflussung festzustellen.<sup>46</sup> Für eine Analyse der Abläufe ist es trotzdem nötig, irgendwo einen Anfang zu setzen. Die gängige Methode dazu macht genau dies, und zwar indem irgendwo, frei gewählt, willkürlich ein Anfang und ein Ende gesetzt werden und der ausgewählte Abschnitt des Systems betrachtet wird.<sup>47</sup> Gregory Bateson definiert diesen Vorgang als systemische »Interpunktions«.<sup>48</sup> Diese Definition steht als Alternative zu der zuvor besprochenen Betrachtung zirkulärer Prozesse und Systemgrenzen. Bis-her ist dargelegt, was ein System ist und wie es durch aktives Setzen eines Anfangs der Analyse erforscht werden kann.

Kommen wir von dem *Was* zu dem *Wie* der Systemtheorie. Durch die Notwendigkeit einer Interpunktions des Systems und deren Setzung wird Einfluss auf die Betrachtung des Systems genommen. Die Frage, durch wen dies geschieht, führt zu Einführung der Terminologie eines Beobachters 1. und 2. Ordnung. Im Kontext der Zeichnung stellt sich analog die Frage, wie die Zeichnung an sich und der Prozess des Linieneziehens analysiert werden. Systemtheoretisch wird dies über die Beobachterebenen hergeleitet. Dabei wird unterschieden zwischen einem Beobachter, der beobachtet, und einem Beobachter, der diesen Beobachtungsvorgang beobachtet:

Die Erforschung der Steuerung und Regelung des Verhaltens von Systemen, die von ihrer Umwelt und vom Beobachter isoliert sind, wurde von Norbert Wiener (1948) auf den Namen »Kybernetik« getauft. Die Erforschung der Steuerung und Regelung des Verhaltens in den

---

46 F. B. Simon, 2017, S. 15.

47 F. B. Simon, 2017, S. 15.

48 G. Bateson, 1981, S. 228.

übergeordneten Systemen, die entstehen, wenn man den Beobachter miteinschließt (d.h. der Systeme, die aus beobachtetem System plus Beobachter bestehen), wurden analog dazu von Heinz von Foerster (1974) mit dem Namen ›Kybernetik der Kybernetik‹ versehen.<sup>49</sup>

Diese Unterscheidung ist grundlegend für die Betrachtung von Systemen. Im Laufe der Ausdifferenzierung und Weiterentwicklung der Systemtheorie wurden die einzelnen Analyseformen ihrer Hierarchie nach als Kybernetik 1. und 2. Ordnung benannt.<sup>50</sup> Abgeleitet aus der Hierarchie der Beobachter ergeben sich die logischen Unterscheidungen der Betrachtungsformen in Bezug auf ihre Position in der 1. oder 2. Ordnung:

Die Beobachtung eines Gegenstandes lässt sich als »Beobachtung 1. Ordnung« und die Beobachtung der Beobachtung dieses Gegenstandes als »Beobachtung 2. Ordnung« kategorisieren.<sup>51</sup>

In diesem Zusammenhang wird von einem Beobachter 1. Ordnung und einem Beobachter 2. Ordnung gesprochen. Im Rahmen dieser Arbeit braucht es beide Ebenen. Die Analyse der Arbeit beschäftigt sich zwar mit der Zeichnung bzw. der Linie als Objekt, die zentrale Frage dreht sich jedoch eben um das System aus Zeichner und Zeichnung.

Mit der Herleitung der Beobachterebenen ist das Fundament bestehend aus Systemtheorie und Konstruktivismus soweit gelegt, dass es nun möglich ist, beide zu verbinden – mit der Analyse und der Frage nach den Zusammenhängen von nichttrivialen und dementsprechend lebenden Systemen verschiebt sich das Erkenntnisinteresse des Ansatzes:

Mit dieser Unterscheidung ist ein Schritt vollzogen, der über die objektorientierte Forschung hinaus zu den erkenntnistheoretischen Grundlagen der menschlichen Erkenntnis führt, sei es nun des

---

49 F. B. Simon, 2017, S. 41.

50 F. B. Simon, 2017, S. 42.

51 F. B. Simon, 2017, S. 42.

Aufbaus unseres Alltagsweltbildes, sei es der wissenschaftlichen Annäherung an die Realität.<sup>52</sup>

Indem das Beobachten eines Systems selbst beobachtet wird, stellt sich die Frage, wie sich aus dieser Interaktion das Weltbild der Beobachter verändert bzw. wie es sich grundsätzlich bildet – wie es *konstruiert* wird. Im Kontext dieser Arbeit lautet die Frage: Wie werden Linien zu Linien und wie bilden sie sich in der Zeichnung ab?

Die Antworten hierauf bietet der Bereich der systemtheoretischen Unterscheidungen an den Schnittstellen von Systemtheorie und Konstruktivismus, d.h.: An dieser Stelle werden die Beobachterperspektiven ergänzt darum, wie Beobachtung stattfindet. Dazu erfährt die Linie als epistemologisches grundlegendes Element der Unterscheidung durch die Systemtheorie eine Ausdifferenzierung in eine Linie 1. und 2. Ordnung. Die Herleitung einer systemischen Liniendefinitionen erfolgt durch die Integration der systemischen Terminologie einer Unterscheidung 1. respektive 2. Ordnung.

Die erste Unterscheidung, welche vom Beobachter gemacht wird, ist die zwischen dem Beobachter und dem, was er betrachtet. Dabei ist der Beobachter an sich, egal ob 1. oder 2. Ordnung, als Beobachter immer gleich. Natürlich gibt es nicht nur ein System und eine Umwelt. Jedes System definiert mit seiner Abgrenzung seine Umwelt mit. Die Umwelt wird aus dem Blickwinkel unterschiedlicher Systeme jeweils anders wahrgenommen, mithin beobachtet. Was »Umwelt« ist, steht in unmittelbarer Abhängigkeit vom System. Überhaupt ergibt sich das Wesen des Systems, erst aus der Wahl der individuellen Beobachterperspektive, von der aus unterschieden wird, was System und was Umwelt ist.

Damit kommen wir zu der Frage, was aus systemtheoretischer Sicht Realität ist. Nach Luhmann sind das Objekt oder der Beobachter nicht an sich real, vielmehr ist der Akt des Beobachtens und Entscheidens ein realer Vorgang, der selbst wiederum beobachtet und analysiert werden kann.<sup>53</sup> Damit bricht er mit der klassischen Unterscheidung von Be-

---

52 F. B. Simon, 2017, S. 42.

53 W. Reese-Schäfer, 1992, S. 28.

obachter und Gegenstand ebenso wie mit der Annahme, dass Systeme nur rein geistige Konstrukte seien. Indem er die Beobachtung und die einhergehende Definition der Systeme selbst unter Beobachtung stellt, werden sie zu realen Operationen: »Real ist das, was als Unterscheidung praktiziert, durch sie zerlegt, durch sie sichtbar und unsichtbar gemacht wird: die Welt.«<sup>54</sup>

Damit umgeht Luhmann die Kontroverse zwischen Realismus und Konstruktivismus, indem er eine dritte Position einnimmt. Real ist nicht mehr nur die physische Welt, auf die wir uns beziehen, sondern ebenfalls der Vorgang des Sich-Beziehens an sich.<sup>55</sup> Die Unterscheidung von System und Umwelt ist keine Unterscheidung mehr zwischen Geistes- und Lebenswelt, sondern liegt nur in der Abgrenzung der aktiven und andauernden Differenz zueinander. Luhmann nimmt hier, wie in allen seinen späteren Schriften, Bezug auf die oben schon eingeführte operative Logik von George Spencer-Brown und der im Kern enthaltenen Weisung: »Draw a distinction« – »Triff eine Unterscheidung«<sup>56</sup>:

Am Anfang steht also nicht Identität, sondern Differenz. Nur das macht es möglich, Zufällen Informationswerte zu geben und damit Ordnung aufzubauen; denn Information ist nichts anderes als ein Ereignis, das eine Verknüpfung von Differenzen bewirkt – a difference that makes a difference.<sup>57</sup>

Mit der Grundlage der Unterscheidung als epistemologisches Basiselement wird bei der Beobachtung von Systemen immer zuerst zwischen System und Umwelt unterschieden. Die Betrachtung geschieht im Großteil der Fälle aus der Außenperspektive.<sup>58</sup> Ausnahmen bilden Systeme wie »Welt« und »Gesellschaft«, die für die Betrachtung nicht verlassen werden können, da der Beobachter immer auch Teil des

---

54 Niklas Luhmann: Die Wissenschaft der Gesellschaft, Frankfurt a.M., 1990, S. 707.

55 W. Reese-Schäfer, 1992, S. 28–29.

56 G. Spencer-Brown, 1969, S. 3. (Übersetzung des Verf.)

57 N. Luhmann, 1984, S. 112.

58 F. B. Simon, 2017, S. 14.

beobachteten Systems ist. Aufbauend darauf wird im systemischen Denken von zwei verschiedenen Formen der Unterscheidung gesprochen. Unterscheidungen, die der Beobachter 1. Ordnung trifft, und die Wahrnehmung dieser Unterscheidungen aus der Perspektive des Beobachters 2. Ordnung (Reflektion). Mit Fritz B. Simon ist diese Art der Unterscheidung davon abhängig, ob sie als solche benannt wird oder nicht:

Doch das Unterscheiden als Handlung oder Aktivität des Beobachters zu definieren geschieht aus der Perspektive des Beobachters 2. Ordnung. Denn für den Beobachter 1. Ordnung, der eine Unterscheidung trifft [...], ist erst einmal allein von Belang, dass er mit einer Unterscheidung konfrontiert ist, und jede Wortwahl, die darüber hinausgehende, differenzierte Bedeutung suggeriert, ist unangemessen.<sup>59</sup>

Die Unterscheidung auf der Ebene des Beobachters 1. Ordnung wird also in der Regel unbewusst getroffen, aus der Ich-Perspektive.<sup>60</sup> Die Entstehung von Informationen auf der ersten Beobachterebene besteht aus internen, subjektiven Unterscheidungen. Die Feststellung dessen ist jedoch nur von der Ebene des Betrachters 2. Ordnung möglich.<sup>61</sup> In Bezug auf Bateson sind die Unterscheidungen auf der ersten Ebene Unterscheidungen von Innen und Außen. Sie werden als *1. Unterscheidung* oder *Unterscheidung 1. Ordnung* bezeichnet.<sup>62</sup> Charakteristisch für *Unterscheidungen 2. Ordnung* dagegen ist das Erkennen bzw. das Markieren der Unterscheidung an sich.<sup>63</sup> Unterscheidungen auf dieser Ebene gehören in den Bereich der Zeichen und Symbole:

Die 1. Unterscheidung wird dem Bereich der Phänomenologie zugerechnet, die 2. Unterscheidung dem Bereich der Signale oder Zeichen (z.B. der Sprache).<sup>64</sup>

---

59 F. B. Simon, 2017, S. 62.

60 F. B. Simon, 2017, S. 44.

61 F. B. Simon, 2017, S. 59.

62 F. B. Simon, 2017, S. 61.

63 F. B. Simon, 2017, S. 61.

64 F. B. Simon, 2017, S. 63.

Dabei sind die Unterscheidungen 1. und 2. Ordnung nicht unabhängig voneinander. Der Prozess des Beobachtens setzt sich aus der Kombination beider Formen zusammen. Im ersten Schritt wird zur Orientierung aus der Ich-Perspektive eine Unterscheidung getroffen (1. Ordnung). Sobald diese bewusst als solche wahrgenommen bzw. erkannt wird, kann sie benannt werden (2. Ordnung):

Man vollzieht eine Handlung (man macht einen Unterschied = markiert einen Raum) und gibt ihr (ihm) einen Namen (bezeichnet ihn durch ein Signal). Aus der Kopplung dieser beiden Operationen (Unterscheidungen) besteht das Beobachten: als Einheit von *Unterscheidungen und Bezeichnungen*.<sup>65</sup>

»Eine Linie beobachten« etwa besteht hier aus der Wahrnehmung eines visuellen Unterschieds, kombiniert mit der bewussten Bezeichnung: »Das ist eine Linie.« Typischerweise würde der Linie wohl kontextabhängig eine konkretere Bezeichnung gegeben z. B. »das ist eine Tischkante«, obwohl es natürlich auch Linien gibt, die keine konkretere Bezeichnung erhalten als die, eine Linie zu sein. Für eine Beobachtung der Linie ist also eine Wahrnehmung (1. Ebene) und eine bewusste Bezeichnung (2. Ebene) nötig. Fachlich wird die Verbindung der Unterscheidungen als *Kopplung* bezeichnet.<sup>66</sup> Dabei wird die erste als die Ebene der Realität wahrgenommen, während die zweite Ebene diese Realität bezeichnet.<sup>67</sup> Für die Unterscheidungen bedeutet dies mit Rückblick auf die These der Errechnung, dass jedes Individuum, jedes nichttriviale System, selbst entscheidet, wie die Kopplung seiner Unterscheidungen aussieht.<sup>68</sup>

#### 4.1.3 Systemische Liniendefinition

So betrachtet rückt die Linie in das Zentrum unserer visuellen Realitätskonstruktion. Luhmann sagt, die Welt werde durch Unterscheidungen

---

65 F. B. Simon, 2017, S. 63. (Herv. d. Orig.)

66 F. B. Simon, 2017, S. 66.

67 F. B. Simon, 2017, S. 66.

68 F. B. Simon, 2017, S. 65.

zur Welt.<sup>69</sup> Für den visuellen Sinn bedeutet dies: Die Realität entsteht durch das Einziehen von Linien. Die Linie erzieht die Welt zur Ordnung und macht sie damit zur Welt. Die Linie besteht dabei sowohl als Unterschied 1. Ordnung als auch als Unterschied 2. Ordnung:

1. Die Linie 1. Ordnung ist der visuelle Unterschied der Wahrnehmung als Beobachter 2. Ordnung, das Wahrnehmen von Innen und Außen, ohne es benennen zu müssen. Im Übertrag auf die mentalen Karten haben wir es hier mit der Raumwahrnehmung aus der Ich-Perspektive zu tun; damit handelt es sich um Ausformung von Routenkarten.
2. Die Linie 2. Ordnung ist der visuelle Unterschied durch die Benennung, die Abstraktion des Unterschieds. Die Wahrnehmung geschieht hier auf der Ebene der Unterscheidungen 2. Ordnung. Damit sind wir bei der Linie in der Zeichnung, die sich als symbolische Darstellung des Unterschieds zeigt. In Übertragung auf die mentalen Karten haben wir es mit der Raumwahrnehmung und der Kommunikation auf der Ebene der Raumkarten zu tun. Es handelt sich um die Linie in der Zeichnung, die sich als symbolische Darstellung des Unterschieds zeigt.

Wichtig ist dabei, dass die Linie nicht nur auf der Ebene der Symbole besteht, sondern auch (so hier die These) auf der Ebene unbewusster kognitiver Prozesse der Wahrnehmung und Orientierung. Die Linie 2. Ordnung schafft also durch die Benennung eine Abstraktionsebene, auf der die Welt verstanden und vor allem, darauf aufbauend, kommuniziert werden kann. Darüber hinaus eröffnet die Linie 2. Ordnung das Feld der Gestaltung:

Nunmehr kann die zweite Unterscheidung gewissermaßen stellvertretend für die erste Unterscheidung manipuliert oder bearbeitet werden. Nicht alle Operationen müssen realisiert werden, sie können auch erst fiktiv oder imaginär vollzogen werden, es kann über sie gesprochen oder nachgedacht werden, es kann zur Probe gehandelt

---

69 N. Luhmann, 1990, S. 707.

werden, am Modell operiert werden, es können virtuelle Realitäten geschaffen werden usw.<sup>70</sup>

Die Linie 2. Ordnung schafft das Feld der Zeichnung und öffnet damit den entwerferischen Raum, in dem Linien die Realität repräsentieren. Um über Entwürfe zu diskutieren, sie kommunizieren und als Team an ihnen zu arbeiten zu können, ist ein einheitliches System nötig. Es braucht eine Basis, damit die unterschiedlichen Parteien die verwendeten Symbole gleich – oder jedenfalls angemessen ähnlich – verstehen.<sup>71</sup> Ohne eine Formalisierung der Zeichen und Symbole wäre es unmöglich, mentale Karten zu übertragen bzw. zu beeinflussen. Formalisieren ist der Versuch, dem »anders Verstehen« entgegenzuwirken, sozusagen eine Sprache zu entwickeln. Und es braucht eine solche Sprache, denn ohne sie sind die Worte, bzw. in diesem Fall die Linien, bedeutungslos. Hier passt der bekannte Ausspruch von Ludwig Wittgenstein: »Die Bedeutung eines Wortes ist sein Gebrauch in der Sprache.«<sup>72</sup> Nehmen wir die zeichnerische (geometrische) Gestaltung als die Sprache der Linienwelt, könnte man sagen: Die Bedeutung der Linie ist ihr Gebrauch in der Zeichnung. Dies schließt jedoch die Linie erster Ordnung vollständig aus, insofern sie nicht zu den zeichnerischen Linien zählt. Passender wird es, wenn wir anstatt der Zeichnung den Begriff der Karte nutzen, denn dieser schließt den Bereich der mentalen Karten mit ein und löst sich damit vom Papier und der Zweidimensionalität. Mit diesem erweiterten Begriff der Karte und in Bezug auf Wittgenstein hieße es dann: Die Bedeutung einer Linie ist ihr Gebrauch in der Karte.

Dieser Zugang wird jedoch erst durch die neuen Medien geschaffen. Denn bisher ist der Kartenbegriff im Kontext visuelle Darstellung fast ausschließlich durch Linien 2. Ordnung definiert worden.

---

70 F. B. Simon, 2017, S. 66.

71 F. B. Simon, 2017, S. 65.

72 Ludwig Wittgenstein: Philosophische Untersuchungen, Frankfurt a.M., 1971, S. 43.

#### 4.1.4 Zwischenfazit

Das Konzept, in dem die Linie ihre Bedeutung erfährt, war bisher die Weltwahrnehmung auf der Basis von Linien 2. Ordnung. Der Wahrnehmungsraum, der durch dieses Konzept aufgezogen wird, ist die Linienwelt, wie sie zuvor hergeleitet wurde. Die Definition der Linienwelt als die Repräsentation eines Verständnisses von Welt, von Raum, das als grundlegende Kommunikationsebene gebildet wurde, bildet den Raum, in dem entworfen werden kann. Die Linienwelt als Welt der visuellen Formalisierung ist für die Gestaltung essenziell wichtig, weil über die Geometrie Strukturen geschaffen werden und damit Kommunikation ermöglicht wird. Jegliche Gestaltung, die sich in dieses Konzept einordnet, wird damit gezwungen, konkret und verständlich zu bleiben. Die Linienwelt bildet den Kommunikationsraum zwischen den Systemen und ist wiederum selbst ein System. Gestaltung mit der Linie ist ein Austausch mit sich selbst oder anderen über die eigene Wahrnehmung mit dem Versuch einer Einigung auf Abstraktionen. Bei dieser Übertragung, bei Gestaltung generell, ist man immer mit dem Problem der Verständnisunschärfe in der Kommunikation konfrontiert. Das System der Linienwelt reduziert die Verständnisunschärfe mit dem Ziel, das Risiko für Missverständnisse möglichst gering zu halten:

Bei alledem sollte man sich der Tatsache bewußt sein, daß die Softwaretechnik erst in ihren Kinderschuhen steckt. Es läßt sich kaum erkennen, was diese Technologie uns zukünftig bringen wird. Das liegt nicht zuletzt daran, daß die Benutzung von Software unsere Denkweise selbst verändert, weil sie die Weise verändert, auf die wir an Informationen gelangen und diese interpretieren. Wer anfängt Software zu benutzen, der tut bald Dinge, die ihm vorher überhaupt nicht in den Sinn kamen, und lernt dabei, manches ganz anders zu sehen, als er es vorher tat.<sup>73</sup>

---

73 Ulrich Klotz: »Logische Tiefe und freundliche Oberflächen: neue Mythen des Alltags« in: Bernhard E. Bürdek (Hg.), *Der digitale Wahn*, Frankfurt a.M., 2001, S. 17–21, hier S. 17.

Mit der Linie als Grundlage der visuellen Wahrnehmung ist der Zugang zu den Schnittstellen für mentale Routen- und Raumkarten ein anderer geworden. Die Darstellungstechnik der virtuellen Medien kann folglich insofern entmystifiziert werden, als sie in der Tradition der geometrischen Darstellungs- und Kommunikationstechniken steht. Mit der Nutzung von Extended Reality betreten wir gewissermaßen das Raster auf dem unsere Raumwahrnehmung konstruiert wird.

## 4.2 Die Linie im Raster

In diesem Abschnitt soll das Raster als konstruktivistisches Gestaltungsprinzip besprochen werden. Dies geschieht mit dem Ziel, das Raster als Moment der gestalterischen Interaktion mit der Linienwelt und deren Visualisierung herauszuarbeiten und damit einen Anschlusspunkt für die Analyse virtueller Gestaltung zu schaffen.

Das Raster (im Englischen: *grid*) als Gestaltungsprinzip bezeichnet die Verwendung geometrischer Hilfslinienraster,<sup>74</sup> aus denen formale Aspekte des Entwurfs abgeleitet werden.

Ein Raster ist das grundlegende Gerüst für den Designentwurf. Es stellt eine Bezugsstruktur bereit, die die Platzierung der Elemente lenkt, welche die Anatomie eines Designs bilden.<sup>75</sup>

- 
- 74 Hilfslinien konnten zuvor als *funktionale Linien* kategorisiert werden. Hilfslinien bilden, in ihrer Form als *funktionale Linien*, die Schnittstelle zwischen mentalen Karten und der Linienwelt. Sie bilden die Meta-Ebene der Ordnung und setzen die abgebildeten Informationen mit der Lebenswelt in Bezug. Sie kommunizieren die Funktion und Handhabung der zeichnerischen Darstellung und setzen damit den Inhalt in einen Kontext aus dem sich mentale Karten ableiten lassen. Hilfslinien sind Linien, welche die Informationen strukturieren und systematisch ordnen, um eine Lesbarkeit der Zeichnung und Skizze zu generieren.
- 75 Gavin Ambrose/Paul Harris: Designraster. Struktur oder Muster aus Linien, die als Gerüst für die Anordnung der Elemente eines Designs dienen, München, 2008, S. 27.

Genauer dient das Raster dazu, ein Grundverständnis aufzubauen und verschiedene Bezüge herzustellen – nämlich den Bezug zwischen dem Entwurf und der Welt, zwischen dem Entwurf und dem Entwerfenden und, selbstreferenziell, die Bezüge der formalen Bestandteile des Entwurfs zu sich selbst und zueinander.

Kernpunkt dabei ist die visuelle Grundorientierung der Wahrnehmung des Gestalters. Die These ist, dass dem Raster dabei die Position einer Schnittstelle zwischen dem Aufspannen mentaler Karten und der Linienwelt zukommt. Genauer gesagt ist das Raster der zeichnerische Zugang zur Linienwelt, in der anschließend die einzelnen Teile eines Entwurfs verortet und wieder daraus abgeleitet werden. Die Nutzung des Rasters für die Gestaltung ist dabei nicht nur theoretisch anzusetzen. Es geht nicht nur um die Generierung eines visuellen Ordnungssystems. Es ist – zumindest geistesgeschichtlich gesehen – auch noch eine gesellschaftliche Komponente mit im Spiel, da die angestrebte Klarheit und Ordnung mit ihrem geschichtlichen Aufkommen als demokratisch und aufklärerisch verstanden wird.<sup>76</sup> Demgegenüber kann das Raster aus rein systemischer Sicht als ein visuelles Unterscheidungssystem verstanden werden.

Das Raster wird in der Designgeschichte über das Rasterpapier und realgeschichtlich aus dem Kontext des Ingenieurwesens und der Architektur hergeleitet. zieht man in der Betrachtung noch die Kulturgeneese der geografischen Karte mit hinzu, ist das Raster in der systemischen Weiterführung der Linie als Grundlage unserer Weltwahrnehmung anzusehen, also im allgemeinsten theoretischen Kontext zu verorten. Das versteht sich, da das Raster jenen Rahmen bildet, durch den hindurch Wahrnehmung überhaupt geordnet und kommuniziert werden kann.

Dieser Gedankengang lässt sich in zwei Richtungen vollziehen: sowohl hinsichtlich der Welt (insofern durch das Linienraster eine Ordnung der Welt und ein daraus resultierendes Verständnis der Welt her-

---

76 So urteilt jedenfalls Josef Müller-Brockmann: *Grid systems in graphic design. A visual communication manual for graphic designers, typographers and three dimensional designers* = Rastersysteme für die visuelle Gestaltung, Niederteufen, 1981, S. 10.

gestellt wird) als auch hinsichtlich der Konzeption einer geistigen Welt – gemeint als eine Einordnung des Entwurfs selbst in die Welt und ein daraus resultierendes Verständnis des Entwurfs. Um unterschiedliche Rasterformen voneinander zu unterscheiden, wird im Folgenden von Erkenntnisraster und Entwurfsraster gesprochen. Ersteres bezeichnet das Raster, wenn es der Übertragung der Welt zu den mentalen Karten dient, also zur Ordnung der Wahrnehmung genutzt wird. Letzteres bezeichnet die Nutzung des Rasters, um neue Entwürfe und Konstruktionen gestalterisch in die durch das Erkenntnisraster geschaffene Linienwelt einzubetten. Zusammengenommen ergeben beide Formen das Raster als Gestaltungsprinzip.

Dieses Prinzip ist aus dem Design und Designprozess nicht mehr hinwegzudenken. Es bildet die Möglichkeit, vor dem eigentlichen Entwurf eine Entscheidung darüber zu fällen, in welchem Bezug die verschiedenen Teile des Konzepts zueinanderstehen und wie sie wahrgenommen werden sollen. Das Raster bildet dabei das gedankliche Fundament, demgemäß sich das Design ordnet und strukturiert.<sup>77</sup>

In der Anwendung reicht die Rasterbildung in fast alle Bereiche der Gestaltung hinein, man denke nur an die Anordnung von Elementen einer Homepage über die Komposition von Bildern und Objekten bis zu der Komposition von virtuellen Räumen.

Grundsätzlich kann zwischen drei Bezugsformen unterschieden werden, durch die der Entwurf verständlich wird:

1. Bezug zum Menschen (emblematisch im Goldenen Schnitt)
2. Bezug zur reinen Form (repräsentiert durch Reine Geometrie)
3. Bezug zur Funktion und Natur (durch die erweiterten Möglichkeiten der Parametrie)

Diese Unterteilung wird nachfolgend ausdifferenziert. Grundsätzlich wird in dieser Arbeit die These vertreten, dass das Raster die theoretische wie praktische Grundlage für einen systematischen Gestaltungsansatz bietet. Es fungiert damit als Verbindungsglied zwischen

---

77 G. Ambrose/P. Harris, 2008, S. 6.

dem Konstruktivismus als Gestaltungsprinzip und einem gestalterisch-epistemologischen Ansatz. Im ersten Schritt wird das Raster als allgemeiner Zugang zur Linienwelt herausgearbeitet, um darauf aufbauend im zweiten Schritt das Raster als Gestaltungsprinzip in der Liniennwelt zu verorten.

Am Anfang steht eine Begriffsklärung. Dabei wird sowohl von dem deutschen Begriff »Raster« als auch dem englischen »Grid« ausgegangen. Im weiteren Text wird dann Raster für die hergeleitete Definition stehen:

Raster: (lat.) *rastrum*, [der] Rechen, zu lat. *rādere* (*rāsum*) ›kratzen, schaben, reinigen, glattmachen, abscheren‹. Vgl. auch in der älteren Druckersprache zu lat. *rāster*, *rāstrum* gebildetes *Rastral* n. ›Gerät mit fünf Zinken zum Eingravieren von Notenlinien in Druckplatten‹ (16. Jh.), *rastrieren* Vb. ›mit Notenlinien versehen‹.<sup>78</sup>

Vom Rechen, der Furchen (Linien) ins Feld zieht, oder vom Gravurwerkzeug für Notenlinien abgeleitet, ist das Raster ein Hilfsmittel, das auf Basis von Linien Ordnung und Klarheit erzeugt.<sup>79</sup> Für eine Vertiefung lohnt es sich, die sprachliche Analogie im Englischen, also die Herleitung von »grid« ebenfalls zu betrachten: »Grid: originated from ›gridiron‹ 1. A framework of spaced bars that are parallel to or cross each other; a grating. 2. A network of lines«<sup>80</sup>

Im Mittelenglischen lässt es sich zurück führen auf: *gredire*.<sup>81</sup> Besonders interessant für ein vollständiges Bild sind die bekannten englischen Wortwendungen, die auch in die deutsche Sprache Einzug erhalten haben: *off the grid* und *on the grid*. In diesen Wortwendungen steht *grid* für eine Infrastruktur, durch das Betreten des *grid* findet eine Anbindung

78 »Raster«, in: Wolfgang Pfeifer et al.: Etymologisches Wörterbuch des Deutschen, Berlin, 1993, digitalisierte und von Wolfgang Pfeifer überarbeitete Version im Digitalen Wörterbuch der deutschen Sprache, <<https://www.dwds.de/wb/Raster>>, abgerufen am 07.08.2020.

79 G. Ambrose/P. Harris, 2008, S. 42.

80 Angus Stevenson/Judy Pearsall (Hg.): Oxford dictionary of English, Oxford: Oxford Univ. Press 2010, S. 770.

81 A. Stevenson/J. Pearsall (Hg.), 2010, S. 770.

an diese Infrastruktur statt. Früher war damit hauptsächlich die Anbindung an Elektrizität gemeint, mittlerweile wird mit dem Grid auch die Anbindung an das Internet verstanden. Jemand ist *off the grid*, wenn er keinen Mobilfunkkempfang hat und somit nicht erreichbar ist. In beiden Fällen bezeichnet *grid* ein System, ein Netzwerk, die Anbindung und Einordnung in einen Zusammenhang. Mit Rechen und Grid entstehen jeweils Kontexte von grundlegender Ordnung, Linienziehung und besonders wichtig: das Raster als Begriff für einen größeren geordneten Zusammenhang.

Nach der Definition des Rasterbegriffs gilt es den Begriff des Konstruktivismus auszudifferenzieren, da hier eine zweite Bedeutungsebene hinzukommt. Die bisherige Verwendung als epistemologischer Systemansatz wird im Folgenden als *systemtheoretischer Konstruktivismus* bezeichnet. Hinzu kommt die Bedeutung als Entwurfsprinzip der Konstruktion, das im Folgenden als *gestalterischer Konstruktivismus* bezeichnet wird. Dies bedarf einer Anwendung auf den Bereich der Gestaltung, um daran anschließend den gestalterischen Konstruktivismus als Entwurfsprinzip von den anderen Formen des Konstruktivismus zu unterscheiden, die sich lediglich darin gleichen, dass sie das Prinzip der Konstruktion als Kern ihrer spezifischen Ausrichtung nutzen:<sup>82</sup>

Konstruktivismus, im allgemeinsten Sinne Bezeichnung für in verschiedenen Kulturbereichen der neueren Zeit entstandene Richtungen, die den Begriff der *Konstruktion* in den Mittelpunkt ihrer Theorie der jeweils intendierten Kulturprodukte stellen.<sup>83</sup>

Das Feld reicht dabei von Bereichen wie der Kunst und dem Design über Philosophie, Soziologie, Psychologie und Mathematik, Logik, Geometrie bis hin zur allgemeinen Wissenschaftstheorie und Ethik.<sup>84</sup> Der *gestalterische Konstruktivismus* bezieht sich auf einen Gestaltungs- und Fertigungsprozess auf der Basis von geometrischen und mathematischen

82 »Konstruktivismus«, in: Jürgen Mittelstraß (Hg.): Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, Stuttgart, 1995, S. 449.

83 J. Mittelstraß (Hg.), 1995, S. 449 (Hervorhebungen im Original)

84 J. Mittelstraß (Hg.), 1995, S. 449–452.

Konstruktionen und ist besonders durch die Arbeiten der Bauhaus-Bewegung beeinflusst:

»Am geläufigsten ist die Bezeichnung ›K.‹ im Bereich der bildenden Kunst, wo sie auf Richtungen angewandt wird, die der Gestaltung von Kunstwerken streng geometrisch durchgeführte Konstruktionen zu grunde legen z.B. [...] in den geometrischen Bildkompositionen von P. Mondrian, M. Bill und verschiedenen Künstlern des Weimarer und Dessauer Bauhauses.«<sup>85</sup>

Im Kontext der bildenden Künste ist der Konstruktivismus als geometrisches Gestaltungsprinzip zu verstehen. Die geometrische Bild- und Formensprache am Bauhaus legt besonders für das Design ein Fundament, das bis heute großen Einfluss auf die Gestaltung in vielen Aspekten hat. Der Fokus auf die geometrisch determinierte Funktion sollte jedoch nicht von dem epistemologischen Aspekt des *gestalterischen Konstruktivismus* ablenken. Dieser kristallisiert sich in der Nutzung eines gleichmäßigen Rasters von Hilfslinien als Grundlage eines Entwurfs. Der *gestalterische Konstruktivismus* definiert begrifflich einen Gestaltung- und Fertigungsprozess auf der Basis von geometrischen und mathematischen Konstruktionen, deren Kern die Gestaltung nach und mit einem Hilfslinienraster ist.

Mit diesen Definitionen ist es möglich, das Raster auf den Gestaltungskontext zu übertragen und damit zum gestalterischen Raster überzugehen. Dieses durchläuft als Hilfsmittel zum Entwurf historisch zwei verschiedene Stufen auf dem Weg zum Gestaltungsprinzip: als Erkenntnisraster (Hilfsmittel für das Verständnis der Welt) und als Entwurfsraster (Anwendung des erlangten Verständnisses zur Konstruktion). Zur Herleitung für den Gestaltungsbereich lohnt ein knapper historischer Exkurs zu den Ursprüngen der Technik in der Renaissance und damit zu den Basisparadigmen dieser Zeit, dem wissenschaftlichen Anspruch der Kunst und der daraus resultierenden Entwicklung der Zentralperspektive und der geometrischen Projektionen. Das Raster dient in diesem Zusammenhang sowohl der Erfassung der Welt als auch

---

85 J. Mittelstraß (Hg.), 1995, S. 449.

ihrer Rekonstruktion und Konstruktion im Bild (Perspektivkonstruktion).

#### 4.2.1 Erkenntnisraster

Das Erkenntnisraster wird genutzt, um die Wahrnehmung in begreifbare Abschnitte zu unterteilen und mithilfe dieser die Welt zu verstehen. Dazu zählen beispielsweise die Kartierung und die Unterteilung der Welt durch die Längen- und Breitengrade. Sie bilden ein Raster, das die Größe der Welt zu unserem Alltag und damit mit unserem Verständnis in Beziehung setzt. Das Raster ist der übergeordnete Zusammenhang, mit dem die Welt verständlich gemacht wird. Dabei sind die einzelnen Einheiten vom Großen ins Kleine immer Puzzleteile eines Ganzen. Konkreter handelt es sich beim Erkenntnisraster um ein Netz aus horizontalen und vertikalen Linien in gleichen Abständen zueinander.<sup>86</sup> Dies findet sich von der Weltkarte (Längen- und Breitengrade) über Atlanten und Stadtkarten (Quadranten) ebenso wie in der Architektur und in Designzeichnungen etwa durch die Nutzung von Rasterpapier. Jedes Quadrat kann mittig wieder in vier weitere Quadrate unterteilt werden.<sup>87</sup> Der Vorgang kann unendlich fortgesetzt werden. Am Ende handelt es sich immer um das grundlegend gleiche Raster.

Das Erkenntnisraster in der Gestaltung kennen wir vor allem als die rudimentäre Technik des perspektivischen Zeichnens mithilfe eines Gitter- oder Quadratnetzes.<sup>88</sup> In diesem Kontext kann stellvertretend für die verschiedenen Entwickler dieser Technologie Albrecht Dürer genannt werden. Dürers gerasterter Rahmen aus den *Underweysungen* ist wortwörtlich ein gerasterter Blick auf die Welt. Bei allen Methoden blickt der Zeichner durch ein aufgespanntes Gitternetz auf das Zeichenobjekt und überträgt Quadrat für Quadrat den jeweiligen visuellen Rasterausschnitt auf das ebenso gerasterte Bild.<sup>89</sup> Die Basis

---

86 G. Ambrose/P. Harris, 2008, S. 42.

87 J. Müller-Brockmann, 1981, S. 11.

88 G. Ambrose/P. Harris, 2008, S. 42.

89 Siehe auch Kapitel 4.2.

dafür bildet das auf Vermessung basierende, geografisch-geometrische Verständnis der Welt – die Linienwelt. Ihr wird nun mit jedem Quadrat, das übertragen wird, ein weiteres Detail hinzugefügt. Die Linienwelt wird sozusagen durch die Verwendung des Erkenntnisrasters weiter ausdifferenziert und folglich um ein weiteres Puzzleteil ergänzt.

Darauf aufbauend ist die Verwendung des Übertragungsrasters die Visualisierung des grundlegenden Prinzips der Linienwelt, weil es für die geometrische Kommunikationsebene der Weltwahrnehmung steht. Über dieses werden lebensweltliche Wahrnehmungen in das System der Linienwelt eingeordnet. Man kann sagen: Mit dem Erkenntnisraster wird die Welt als Ganzes erfasst. Und damit wird ein grundlegendes Verständnis geschaffen, in das sich alle neuen Erkenntnisse einordnen lassen.

An diesem Punkt dreht sich das Prinzip des Rasters als Erkenntniswerkzeug der Welt um. Indem das geometrische Verständnis die ganze Welt umspannt, wird jegliches Hinzufügen bestehender Wahrnehmung über das Erkenntnisraster zu einem Ausdifferenzieren eines bestehenden Systems, d.h. neu hinzu kommt nur etwas, wenn es entworfen wird. Soll heißen: Mit dem Bestehen der Linienwelt ist es logisch, dass sich neue Entwürfe in dieses Verständnis einfügen müssen. Damit ist der Übergang vom Erkenntnisraster zum Entwurfsraster gegeben.

#### 4.2.2 Entwurfsraster

Beim Entwurfsraster geht es darum, neue Entwürfe und Konstruktionen gestalterisch in die Linienwelt einzubetten. Das Dargestellte wird mit der Wahrnehmung der Welt in einen Bezug gesetzt und damit gewissermaßen schon in die Welt übertragen. Dabei spricht das Raster hauptsächlich mentale Raumkarten und zu einem kleinen Teil auch mentale Routenkarten an, d.h. es werden sowohl Raumzusammenhänge wie Abstände und Anordnungen des Raumes, der Räume und der darin enthaltenen Objekte zueinander kommuniziert, als auch Informationen über Ich-bezogene Interaktion im Raum. Die Verbindung zwischen diesen Aspekten bildet der Begriff der Proportionen:

Pro|por|ti|on, die; –, -en [lat. *proportio* = das entsprechende Verhältnis; Ebenmaß, aus: *pro* = im Verhältnis zu u. *portio*, Portion]

1. (bildungsspr.) [Größen]verhältnis verschiedener Teile eines Ganzen zueinander: Länge und Breite stehen in der richtigen P. zueinander<sup>90</sup>

Die Kommunikation und Gestaltung von Proportionen findet damit mit dem Raster statt. Dabei geht es um die Wahl der Maßeinheit, mit der alle anderen Teile in Relation zueinander gesetzt werden. Es gilt, Bezüge zu schaffen, die gesellschaftlich und allgemein bekannt sind und mithilfe derer sich der Entwurf leicht in die mentalen Karten einfügen lässt. Die beste Form der visuellen Referenz bietet die Form, die uns am geläufigsten ist: der Mensch.<sup>91</sup> Dazu Leon Battista Alberti: »Man is the measure of all things.«<sup>92</sup> Der Mensch wird als Maß genommen, weil damit die Übertragung der Idee am einfachsten ist. Der Entwurf hat so immer eine direkte Relation, eine Verbindung zum Betrachter. Der Mensch als grundlegende Referenz ist ein Anschlusspunkt für die Wahrnehmung und damit essenziell für die Generierung mentaler Karten. So wie die Linie historisch lebensweltlichen Ursprungs ist, hat auch das Raster durch die Wahl des Menschen als Ausgangspunkt der Maßeinheiten eine grundsätzlich lebensweltliche Verankerung.<sup>93</sup> Darauf aufbauend kann historisch beobachtet werden, wie sich der zentrale Bezugspunkt des Gestaltungsrasters verschiebt – vom Bezug zum Menschen (Goldener Schnitt) über den Bezug zur reinen Form (Reine Geometrie) bis hin zum Bezug zur Funktion und Natur (Parametrie). In den folgenden Abschnitten wird dies ausführlich dargelegt.

Den Anfang macht der Bezug zum Menschen und damit immer auch zu der individuellen Wahrnehmung des Betrachters. Damit werden nachvollziehbare Bezüge zu allen anderen bekannten Maßen und

90 »Proportion« in: Dudenredaktion (Hg.): Duden – Deutsches Universalwörterbuch, Berlin, 2015, S. 1395.

91 M. Kemp, 1990, S. 22.

92 Leon B. Alberti: *On Painting and On Sculpture. The Latin texts of De pictura and De statua*, hg. Von Cecil Grayson, London, 1972, S. 52–53.

93 L. B. Alberti, 1972, S. 52–53

Formen geschaffen. Dies ist möglich, da sich auch die Maße und Maßverhältnisse des menschlichen Körpers über den Goldenen Schnitt erschließen lassen.<sup>94</sup> Dies mag der Grund sein, warum dieses Verhältnis der Teile zueinander in der menschlichen Wahrnehmung bevorzugt wurde:

Zu allen Zeiten und bei allen Völkern lässt sich nachweisen, dass der Mensch sowohl in der Natur als auch in der von ihm selbst gestalteten Umwelt Proportionen nach dem Goldenen Schnitt kognitiv bevorzugt.<sup>95</sup>

Wissenschaftlich belegt wurde diese These am Anfang des 20. Jahrhunderts von den Psychologen Gustav Fechner,<sup>96</sup> Charles Lalo<sup>97</sup> und weiteren. Historisch überliefert wurde dies jedoch zunächst über rudimentäre Bauwerke und die Architektur. So ist einer der ersten Belege für die, vermutlich noch intuitive, Nutzung des Goldenen Schnitts die Konstruktion von Stonehenge (2000 – 1600 v. Chr.).<sup>98</sup> Die Reihe von entsprechenden Bauwerken setzt sich in der Antike und Renaissance fort und ist ungebrochen. Den frühesten schriftlichen Nachweis für eine bewusste Auseinandersetzung mit dem Goldenen Schnitt bilden die Schriften des antiken Architekten Marcus Vitruvius Pollio, auch genannt Vitruv. In seinen *Zehn Büchern über Architektur*<sup>99</sup> platziert er den Menschen ins Zentrum des architektonischen Entwurfs.

Laut Vitruv entspricht die Körpergröße eines wohl proportionierten Mannes der Spannweite seiner ausgestreckten Arme. Über Fußsohlen, Scheitel und Fingerspitzen lasse sich ein Quadrat legen, Hände und Füße lägen auf einem Kreis, dessen Mittelpunkt der Nabel sei.<sup>100</sup>

<sup>94</sup> Kimberly Elam/Wolfgang Heuss: Proportion und Komposition. Geometrie im Design, New York, 2006, S. 6.

<sup>95</sup> Ebd.

<sup>96</sup> Gustav T. Fechner: Zur experimentalen Aesthetik, Leipzig, 1871.

<sup>97</sup> Charles Lalo: *Esquisse d'une esthétique musicale scientifique*, Paris, 1908.

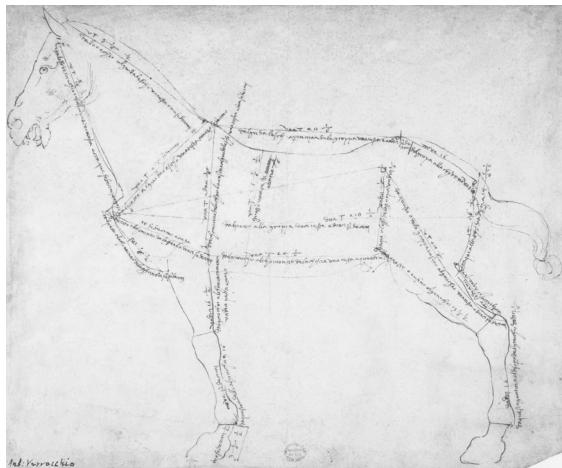
<sup>98</sup> K. Elam/W. Heuss, 2006, S. 6.

<sup>99</sup> Vitruv: *Zehn Bücher über Architektur*, Darmstadt, 1981.

<sup>100</sup> K. Elam/W. Heuss, 2006, S. 12.

Besonders bekannt ist Vitruvs Konzept durch Leonardo da Vinci.<sup>101</sup> Des- sen Illustration des *vitruvianischen Menschen* um 1508 ist zu einem der bekanntesten Bilder der Welt geworden (Abbildung 6). Die Skizze steht sinnbildlich für den Wunsch des Menschen, ausgehend von sich selbst die eigene Wahrnehmung in verständliche Elemente zu unterteilen, die jeweils in Bezug zueinander stehen. So schließt Leonardo da Vinci mit Vitruvs Konzept der proportionalen Unterteilung der Wahrnehmung an die Proportionsstudien seines Lehrmeisters Andrea del Verrocchio an. Von ihm stammt die Skizze eines Pferdes, das nach denselben Prinzipien geometrisch unterteilt und bezeichnet ist (Abbildung 7). Beide Abbil- dungen könnte man auch als Karten ansehen, indem sie die räumlichen Informationen des Wahrgenommenen festhalten und versuchen, es zu strukturieren.

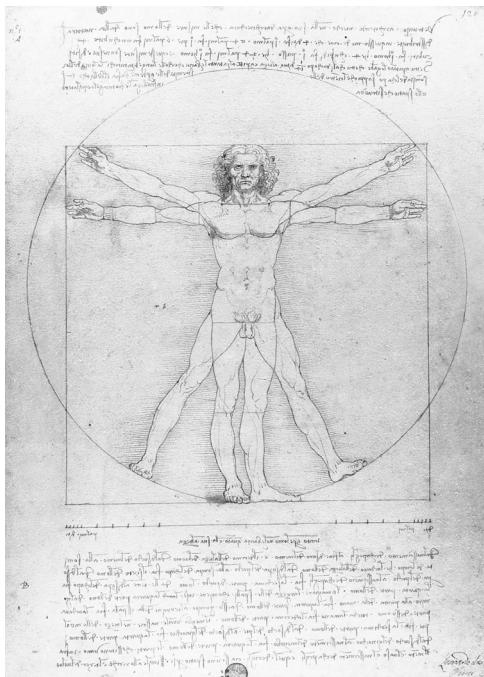
Abbildung 6: Bemaßtes Pferd



---

101 K. Elam/W. Heuss, 2006, S. 14.

Abbildung 7: Vitruvianischer Mensch



Eine fast deckungsgleiche Studie zu Leonards *vitruvianischem Mensch* findet sich in den Proportionsstudien von Dürer.<sup>102</sup> Dabei entsprechen beide Studien eindeutig dem System von Vitruv.<sup>103</sup>

Den Ursprung für das Konstruktionsraster in der perspektivischen Projektion stellen die Schriften des Kunstdtheoretikers Leon Battista Alberti zur Perspektive dar.<sup>104</sup> Ein zentraler Anspruch Albertis ist es, die perspektivische Darstellung proportional zu erfassen, und er greift da-

102 K. Elam/W. Heuss, 2006, S. 14

103 K. Elam/W. Heuss, 2006, S. 14

104 L. B. Alberti, 1972.

zu auf den Menschen als Maß aller Dinge zurück.<sup>105</sup> Darauf baut Albertis gesamtes System auf. Die kleinste Einheit, die Alberti für die Konstruktion des Raums nutzt, ist 1/3 eines Menschen, die er als *braccio* bezeichnet.<sup>106</sup> So wird seine ganze Konstruktion grundsätzlich mit dem Menschen in Relation gebracht. Er nutzt die *braccia*, um alle relevanten Linien der Perspektivenkonstruktion durch Unterteilungen herzuleiten: diagonale, horizontale, meist orthogonal zueinanderstehende Linien. Das Resultat von Albertis Konstruktion ist eine perspektivisch korrekte, in Quadrate (*braccia*)<sup>107</sup> unterteilte Grundfläche auf der Zeichnung. Dieses als Pflaster oder Kacheln bekannte Prinzip hat die perspektivische Darstellung grundlegend geprägt. Mit dem durch die Hilfslinien erstellten Kachelraster lassen sich alle anderen Formen über den Bezug zu den *braccia* konstruieren:

The receding ›pavement‹ subsequently provides the key for the scaled distribution of all forms. [...] Buildings and more irregular objects can be transferred by means of plans to the foreshortened pavement, as can circles [...]. The height of any feature can be calculated by determining the relative size of the *braccio* module at each receding plane. All is thus set fair for a precisely controlled proportional exposition of all forms in a geometrically logical space.<sup>108</sup>

Der Kunsthistoriker Martin Kemp fasst hier bestens zusammen, wie es mit diesem Rasterprinzip möglich wird, alle Formen proportional stimmig zur lebensweltlichen Wahrnehmung in den geometrischen Vorstellungsräum einzufügen. Das Prinzip, den Menschen als Maß zu wählen, ist natürlich nicht nur ein Prinzip für die Zeichnung, sondern ist generell für alle Entwürfe und deren Resultate relevant. So steht beispielsweise ein Großteil gebauter Strukturen, naheliegenderweise bedingt durch ihre Nutzung, in einer Beziehung zur menschlichen Form.<sup>109</sup>

<sup>105</sup> L. B. Alberti, 1972, S. 52–53.

<sup>106</sup> L. B. Alberti, 1972, S. 53.

<sup>107</sup> Ein Quadrat mit der Seitenlänge eines *braccio* wurde als *braccia* bezeichnet.

<sup>108</sup> M. Kemp, 1990, S. 23.

<sup>109</sup> G. Ambrose/P. Harris, 2008, S. 136.

An dieser Stelle haben wir nun das Raster sowohl im Rissverfahren, als auch für die Konstruktion der Perspektive historisch verortet. Die Zusammenfassung und Weiterführung des Gedankens ist dann durch den Architekten Le Corbusier erfolgt. Er stellt das geometrische Raster in das Zentrum des Entwurfs. Le Corbusier verwendet für das Raster den Begriff des Aufriss-Reglers:

[...] die Wahl des Aufriss-Reglers [...] [zählt] zu den entscheidenden Augenblicken schöpferischer Inspiration, sie zählt zu den Haupthandlungen der architektonischen Gestaltung.<sup>110</sup>

Damit wird die Wahl des Rasters zum elementaren Kern jeglichen Entwurfs. Le Corbusier weist jedoch darauf hin, dass das Raster lediglich als Hilfsmittel zu verstehen ist: »Der Aufriss-Regler ist eine Selbstversicherung gegen Willkür.«<sup>111</sup> Es ist keine Garantie für einen guten Entwurf, sondern nur ein Mittel der Ordnung und Struktur, ein Hilfsmittel, das, solange es auf dem Goldenen Schnitt beruht, die Proportionen eines Entwurfs zum Menschen in Bezug setzt und damit Harmonie erzeugt.<sup>112</sup>

Le Corbusier steht hier als Vertreter einer Idealisierungsthese des Goldenen Schnitts als der einzig wahren Proportion und Kompositionsgeschichte. Für ihn ist die Sprache des Menschen die Geometrie und deren Kern der Goldene Schnitt.<sup>113</sup> Der Fokus auf den Menschen als Maßeinheit hat sich im Laufe der Zeit erhalten. Dabei muss noch gesagt werden, dass sich perfekte Proportionen nach dem Goldenen Schnitt in der Natur (einschließlich des Menschen) kaum finden lassen. Stattdessen handelt es sich eher um ein gedankliches Ideal.<sup>114</sup>

Das Ideal des Menschen als Maß für den Rasterentwurf rückt in den Hintergrund und weicht mit dem Einfluss des gestalterischen Konstruktivismus einem Ideal der reinen geometrischen Form. Man könnte sa-

---

<sup>110</sup> Le Corbusier: *Kommende Baukunst*, Übers. von Hans Hildebrandt, Stuttgart, Berlin, Leipzig, 1926, S. 51.

<sup>111</sup> Le Corbusier, 1926, S. 51

<sup>112</sup> Le Corbusier, 1926, S. 51

<sup>113</sup> Le Corbusier, 1926, S. 55.

<sup>114</sup> K. Elam/W. Heuss, 2006, S. 19.

gen, der Fokus verschiebt sich von der Ausrichtung auf die Lebenswelt zu einer Ausrichtung auf das rationale Verständnis der Welt als solches. Wo zuvor der Bezug zum menschlichen Körper gesetzt wurde, wird nun der Bezug zum Geist gesetzt. Konkret wird im Hilfslinienraster das kleinste Bezugselement ausgetauscht. Anstatt über die *braccia* wird das Raster nun über die Geometrie und damit über die mathematischen Zahlen an sich definiert. Den Hintergrund dafür bildet die Verbreitung der geografischen Erfassung der Welt. Dabei bleibt weiterhin durch die genormten Größeneinheiten wie Meter, Fuß, Elle etc. der Bezug zum menschlichen Körper im Kern bestehen. Jedoch rücken mit der mathematischen Erfassung und der daraus resultierenden Wahrnehmung der Welt die Formen der Vermessung als ausschlaggebende Parameter in den Fokus der Gestaltung. Essenziell dafür ist die Übertragung des systemischen Konstruktivismus in die Gestaltung, da damit die Grundlage für den gestalterischen Konstruktivismus geschaffen wird. Im Zentrum steht hierbei das Ideal einer komplett mathematisch nachvollziehbaren Entwurfsentwicklung: »Ich bin der Auffassung, dass es möglich sei, eine Kunst weitgehend auf Grund einer mathematischen Denkweise zu entwickeln.«<sup>115</sup> Was Max Bill hier für die Kunst formuliert, gilt umso mehr für die Gestaltung. Der Dreh- und Angelpunkt dieser Entwicklung ist die 1917 gegründete Gruppe *de Stijl*, zu deren prominentesten Vertretern Theo van Doesburg, Piet Mondrian und Gerrit T. Rietveld gehörten.<sup>116</sup> Erster Ausdruck einer konstruktivistischen Ästhetik waren Entwürfe aus einfachen geometrischen Elementen. Ausgehend von diesem Punkt wurde der gestalterische Konstruktivismus maßgeblich durch das Bauhaus und die Ulmer Hochschule für Gestaltung ebenso wie das New Bauhaus in Chicago gelebt und weiterentwickelt. Die Basis dessen bildet der Fokus auf die geometrischen Grundformen und der mathematischen Konstruktions-

---

<sup>115</sup> Max Bill: »Die mathematische Denkweise in der Kunst unserer Zeit« in: Zeitschrift Das Werk: Architektur und Kunst, Nr. 36, (3), Winterthur, 1949, S. 86–91, hier S. 88.

<sup>116</sup> Bernhard E. Bürdek: Design. Geschichte, Theorie und Praxis der Produktgestaltung, Basel, 2005, S. 27.

on durch Hilfslinien. Relevant ist dabei die Integration der Geometrie und damit des Rasters als Gestaltungsfokus und Werkzeug.<sup>117</sup>

Erkenntnistheoretisch ist dies eine Entwicklung der Gestaltung weg vom Individuellen und hin zum Allgemeinen und damit zum Nachvollziehbaren.<sup>118</sup> Weiter ist es an dieser Stelle nicht nötig, in das Thema einzusteigen, weil für die Forschungsfrage nur eine Definition des gestalterischen Konstruktivismus von Bedeutung ist. Die Debatte um den Einfluss des Konstruktivismus im Design und besonders im Bauhaus ist schon ausführlich an anderer Stelle geführt worden.<sup>119</sup>

Relevant ist hier das Raster, das durch die Komplexitätsreduktion bzw. Reduktionsästhetik der *de Stijl*-Gruppe, durch die Verbindung von Kunst und Technik am Bauhaus<sup>120</sup> und auch die Hinwendung der Hochschule für Gestaltung Ulm zu mathematisch-geometrischen Entwurfsgrundlagen<sup>121</sup> zum Kern der Gestaltung wird. Bedingt wird dies sowohl durch den systemischen Konstruktivismus, als auch durch den wachsenden Anspruch, für die Industrie zu entwerfen. Schwerpunkte der Ausbildung lagen auf einer Vermittlung der modernen Fertigungstechnik, der Technologie an sich und deren Formensprache.<sup>122</sup> All dies führte dazu, dass die Entwürfe nicht nur geometrisch konstruiert wurden, sondern sich in ihrer Formensprache und ihren Proportionen an einem geometrischen Weltverständnis ausrichteten.

Damit einher geht auch eine geistige Haltung in der Gestaltung, die am Anfang des Kapitels schon angesprochen wurde und nach wie vor Bestand hat:

---

<sup>117</sup> B. E. Bürdek, 2005, S. 27–28.

<sup>118</sup> B. E. Bürdek, 2005, S. 49.

<sup>119</sup> Siehe dazu: Willy Rotzler: Konstruktive Konzepte. Eine Geschichte der konstruktiven Kunst vom Kubismus bis heute, Zürich, 1995, ; und: Katrin Simons: EL LISSITZKY PROUN 23 N oder der Umstieg von der Malerei zur Gestaltung, Frankfurt a.M. u.a. 1993,

<sup>120</sup> B. E. Bürdek, 2005 S. 28–29.

<sup>121</sup> B. E. Bürdek, 2005, S. 49.

<sup>122</sup> B. E. Bürdek, 2005, S. 37.

Der Gebrauch des Rasters als Ordnungssystem ist Ausdruck einer bestimmten geistigen Haltung, indem der Designer seine Arbeit in konstruktiver und zukunftsorientierter Weise auffasst.<sup>123</sup>

Dieses Zitat stammt von dem Schweizer Designtheoretiker und Typographen Josef Müller-Brockmann. Er beschreibt in seinem Buch *Gridsystems in graphic design* einen Zusammenhang zwischen der Verwendung des Rasters als Gestaltungsgrundlage und einer geistigen Grundeinstellung des Gestalters. Für Müller handelt es sich dabei um den Kern eines Berufsethos, der für eine Gestaltung steht, die mathematisch, rational, demokratisch, funktionell und nachvollziehbar ist:

Die Arbeit des Designers soll auf mathematischer Denkweise, klar, transparent, sachlich, funktionell und ästhetisch sein. Die Arbeit soll damit ein Beitrag an die allgemeine Kultur, sie soll selbst ein Teil der Kultur sein. Durch eine konstruktive, analysierbare und nachvollziehbare Gestaltung können der Geschmack der Gesellschaft, die Form und Farbkultur einer Zeit beeinflusst und gehoben werden.<sup>124</sup>

Damit werden gestalterische Aufgaben mit und nach dem Raster fest mit dem Anspruch einer gesellschaftlichen Aufgabe des Designers verbunden, die weit über den reinen Entwurf hinausgeht. Das Raster rückt in seiner Funktion als Ordnungssystem in den Mittelpunkt eines aufklärerischen Selbstverständnisses des Gestalters: »In der sachlichen, dem Allgemeinwohl verpflichtet, gut komponierten und kultivierten Gestaltung liegen die Voraussetzungen für demokratisches Verhalten.«<sup>125</sup> Müller-Brockmann fasst dieses Selbstverständnis pragmatisch zusammen:

Mit dem Rastersystem arbeiten bedeutet, sich universell gültigen Gesetzen unterzuordnen. Die Anwendung des Rastersystems versteht sich als

Wille zur Ordnung, zur Klarheit

Wille, zum Wesentlichen vorzudringen, zur Verdichtung

---

123 J. Müller-Brockmann, 1981, S. 10.

124 J. Müller-Brockmann, 1981, S. 10.

125 J. Müller-Brockmann, 1981, S. 10.

Wille zur Objektivität, an Stelle der Subjektivität  
Wille zur Rationalisierung der kreativen und der produktionstechnischen Prozesse  
Wille zur Integration der formalen, farblichen und materiellen Elemente  
Wille zur architektonischen Beherrschung der Fläche und des Raumes  
Wille zur positiven, zukunftsorientierten Haltung  
Anerkennung der erzieherischen Bedeutung und Wirkung konstruktiv und kreativ gestalteter Arbeiten.  
Jede visuelle, kreative Arbeit ist eine Manifestation des Charakters des Gestalters. In ihr schlägt sich sein Wissen, Können und seine Gesinnung nieder.<sup>126</sup>

Gestaltung nach dem Raster ist nicht nur das Nutzen eines Ordnungssystems bzw. die Integration des Entwurfs in die Linienwelt, sondern zusätzlich auch die Kommunikation und Bestätigung der Linienwelt auf gesellschaftlicher Ebene. Durch die Verwendung des Rasters wird nicht nur Ordnung und Verständnis, sondern auch der im Kern aufklärerische Gedanke des Designs mitkommuniziert.

Ebenso wie viele andere Bereiche der Gestaltung, hat auch das Entwerfen nach dem Raster in manchen Bereichen eine Digitalisierung und Automatisierung erfahren. Aus der Gestaltung nach geometrischen Grundformen hat sich der Bereich der, meist CAD-gestützten, parametrischen Gestaltung entwickelt. Diese Gestaltung ist Funktion gewordene Geometrie, die sich von der Proportion als ästhetische Funktion gelöst hat, diese aber durch ihre Nähe zu natürlichen Formen wiedererlangt. Dabei ist der Ansatz der Parametrik ganz grundsätzlich ein essenzieller Bestandteil von Gestaltung, lange bevor er separate Erwähnung gefunden hat. Besonders an der Hochschule für Gestaltung Offenbach am Main wird der parametrische Ansatz als grundlegendes

---

126 Ebd.

Funktionsprinzip von Gestaltung verstanden, erforscht und weiterentwickelt.<sup>127</sup>

Bei der Einbettung des Entwurfs in die Linienwelt spielt der Aspekt der Skalierung eine nicht zu unterschätzende Rolle. Das Raster als Werkzeug maßstäblicher Konstruktion soll hier nur insoweit angeschnitten werden, als es in seinen Ursprüngen fest mit dem Raster als Konstruktionswerkzeug verbunden ist. Dabei dient das Prinzip maßstäblicher Konstruktionen der Übertragung und Skalierung einer Abbildung in andere Verhältnisse. Was in einer Zeichnung maßstäblich konstruiert wurde, kann leicht auf die Lebenswelt übertragen werden.<sup>128</sup>

Zum Abschluss ist es sinnvoll, das Raster noch einmal zusammenfassend auf den epistemologischen Kontext dieser Arbeit auszurichten. Es konnte festgestellt werden, dass das Raster immer dazu dient, Bezüge herzustellen. Unabhängig vom jeweiligen Bezugssystem setzt das Raster den visuellen Entwurf vorausgreifend in Bezug zur Welt und zu sich selbst. Die Hilfslinien als solche werden folgerichtig ausschlaggebend für den Entwurf, denn mit der Einordnung ins *Außen* (die Welt) erfährt der Entwurf auch eine Einordnung ins *Innen* (den Entwurf). Das Raster setzt sich von außen nach innen fort und bringt so die Einzelteile des Entwurfs in Bezug zum Ganzen.

Dabei wird die Entscheidung, wie die Elemente angeordnet werden, aus den Hilfslinien bzw. der Idee des Rasters abgeleitet. Die damit entstehende formale Struktur leitet den Blick des Betrachtenden und vermittelt ein Verständnis des Konzeptes. Hierbei kann ein Raster sowohl im Hintergrund stehen, als auch bewusst als Teil des Entwurfs hervorgehoben werden.<sup>129</sup> Das Element des Rasters findet sich fast überall, wo eine gestalterische Auseinandersetzung stattgefunden hat – sowohl in Objekten, Grafiken, Interaktionen, architektonischen Gebilden als auch in reinen Konzepten.<sup>130</sup>

---

127 Als weiterführende Literatur empfiehlt sich dazu auch: Fabian Kragenings: Prozess als Gestalt, Bielefeld, 2022

128 G. Ambrose/P. Harris, 2008, S. 138.

129 G. Ambrose/P. Harris, 2008, S. 120.

130 G. Ambrose/P. Harris, 2008, S. 136.

Indem durch das Raster formale Aspekte des Entwurfs in Relation gebracht werden, können diese räumlichen Abhängigkeiten als die Verbindungen, die sie sind, wahrgenommen werden. Der Entwurf erhält so durch die am Raster ausgerichtete Gestaltung einen visuellen Zusammenhang, der sonst nicht möglich wäre. Damit kommen wir mit einer neuen Perspektive zum Anfang dieses Abschnitts zurück:

Ein Raster ist das grundlegende Gerüst für den Designentwurf. Es stellt eine Bezugsstruktur bereit, die die Platzierung der Elemente lenkt, welche die Anatomie eines Designs bilden.<sup>131</sup>

Das Raster als Entwurfsprinzip setzt den Entwurf durch die Einbettung in die Linienwelt in den Bezug zur mentalen Karte und macht ihn damit in drei Aspekten verständlich und nachvollziehbar:

1. verständlich in Bezug auf die Welt (Einordnung in ein geografisch-geometrisches Weltverständnis)
2. verständlich als Konstruktion (Nachvollziehbarkeit und Kommunikation des Entwurfs)
3. verständlich als Entwurf (das Ganze als Menge seiner zueinander in Relation stehenden Teile)

Ersteres geschieht über das grundlegende Verständnis des gestalterischen Konstruktivismus im Design und über ein Bewusstsein für die Linienwelt. Das Raster als Entwurfsgrundlage ordnet die Entwürfe von Anfang an in das zugrundeliegende mathematische Weltverständnis, die Linienwelt, ein. Damit ist der Entwurf schon Teil unseres Raumverständnisses, bevor er in die Lebenswelt übertragen wird. Der Entwurf erfährt somit schon eine Zuordnung in den lebensweltlichen Kontext und kann leicht kommuniziert werden. Mit der Linienwelt wird der Entwurf in Relation zu Welt gesetzt und verständlich gemacht.

Zweitens wird der Entwurf durch das Raster verständlich als Konstruktion, indem die Gestaltungsentscheidungen nicht wahllos oder

---

131 G. Ambrose/P. Harris, 2008, S. 27.

nach individuellem Gefühl, sondern nachvollziehbar auf einer geometrischen Basis getroffen werden. Sie werden so kommunizierbar und ermöglichen einen systematischen Entwurfsprozess.

Drittens wird die Verbindung zwischen Entwurf und Raster, über die epistemologische Herleitung verständlich. Indem die Proportionen des Entwurfs sich aus den immer gleichen Elementen oder Maßeinheiten zueinander ableiten lassen, erhalten sie eine wahrnehmbare Verbindung. Durch dieses Prinzip sind alle Teile eines Entwurfs miteinander in Verbindung gesetzt und ergeben und verifizieren sich gegenseitig, d.h. die sich wiederholenden Relationen in einem Entwurf führen zu einer verstärkten Wahrnehmung der Teile als ein Ganzes. Durch Raster geordnete Entwürfe erhalten so einen übergeordneten Zusammenhalt auf visueller Ebene.

Zusammenfassend kann das Konzept der Linienwelt letztlich auch als ein Gegenentwurf zum systemtheoretischen Konstruktivismus gesehen werden, indem es eine universelle Grundlage für Ordnung und Unterscheidungen bildet. Denn das Raster als gedankliches Gerüst der Konstruktion ist nicht auf den Designentwurf beschränkt, sondern lässt sich bis zum Weltentwurf erweitern. Nehmen wir die Linie als epistemologischen Grundbaustein der Wahrnehmung, so kann das Raster als deren gedankliches Fundament angesehen werden. Durch die Linie wird ein gedankliches Raster aufgezogen, durch das zeichenhaft die Welt und unsere Wahrnehmung geordnet und kommunizierbar werden. Es entsteht sozusagen eine Vorsortierung der Unterscheidungen, ein universelles Unterscheidungssystem.

Mit der Linie als *visuellem Unterschied der den Unterschied macht* und dem Rasters als Ordnungs- und Kommunikationssystem kann das Raster als grundlegendes, System visueller Ordnung und Orientierung bestimmt werden. Weiter gedacht ist das Raster als visuelle Mathematisierung der Raumvorstellung folglich das Sichtbarwerden der Linienwelt, an das sich alle anderen Linien ausrichten und in das sich alle anderen Linien einordnen lassen. Die Gestaltung mit dem Raster ist ein Entwerfen mit und durch die Linienwelt.

### 4.3 Lineare Routenkarten

Routenkarten sind zuvor als Abspeicherungen räumlicher Erfahrungen aus der Ich- bzw. Ego-Perspektive definiert worden. Eine der Hauptthesen dieser Arbeit besagt, dass eine zeichnerische Kommunikation mentaler Routenkarten erst durch die virtuellen Medien, konkret durch Extended Reality, möglich wird. Der folgende Abschnitt dient dazu, aufzuzeigen, wie sich die Forschung diesem Thema bisher angenähert hat. Die zum Teil historische Betrachtung ist thematisch fokussiert auf den Bereich der Karten, also der visuellen, zeichnerischen Repräsentation von Bewegung und Orientierung im Raum. Das Ziel ist es hier, aufzuzeigen, dass die modernen Navigationssysteme bislang Hybride aus Routen- und Raumkarten sind und erst mit dem Schritt in den virtuellen Raum eine gestalterische Verbindung zur mentalen Routenkarte möglich wird.

Das Problem bei der zeichnerischen Darstellung und Repräsentation von Routenkarten liegt im Kern ihrer Definition. Sie sind gespeicherte Bewegungsabfolgen aus der individuellen Wahrnehmung des Raums. Sie widersprechen also dem Grundkonzept der zeichnerischen Darstellung durch Abstraktion. Trotzdem ist der Versuch dieser Kommunikation immer ein Teilbereich der Kartengeschichte gewesen. Dabei ist es möglich, ein wiederkehrendes Muster auszumachen. Die Ansteuerung der mentalen Routenkarte wird dabei über die steigende Bereitstellung von ortsbezogenen Informationen generiert, also nach dem Prinzip: »Wenn man an diesem Punkt steht, sind die folgenden Dinge wahrzunehmen«.

Historisch waren die ersten Karten eine Mischung aus Raum- und Routenkarten. Betrachtet man die ersten, heute noch existierenden Karten, ist eine Aufteilung in die beiden unterschiedlichen Kartentypen nicht klar ersichtlich. Die ersten Karten stellen noch eine Abbildung beider Raumverständnisse in einem dar, da sowohl Informationen aus der subjektiven Ich-Perspektive als auch Abstands- und Raumverhältnisse reproduziert werden. Sie zeigen, dass es ursprünglich nicht um eine neutrale Klärung der Raumverhältnisse ging, sondern um die Abbildung des grundlegenden menschlichen Bedürfnisses, Raumwahr-

nehmung visuell zu kommunizieren und festzuhalten. Mit dem Blick auf die Tatsache, dass die verschiedenen Kartensysteme im Digitalen wieder zusammenfinden, lohnt sich ein Blick auf die ersten Karten, um eventuelle Parallelen und Unterschiede aufzuzeigen.

Es gibt heutzutage keine thematische Karte, die unseren Alltag stärker beeinflusst als die Straßenkarte. Für viele ist diese Art der Darstellung der Welt deckungsgleich mit dem Urtyp der Karte an sich. Dies ist nicht weiter verwunderlich, wenn man bedenkt, dass durch Google Maps und ähnliche Navigationsprogramme ein Großteil unserer Mobilität bzw. unserer größeren Bewegungen im Raum strukturiert wird. Man könnte fast von einer räumlichen Bewegung *vor Google Maps* und *danach* sprechen.

Der Bedarf an Straßenkarten ist natürlich mit der Ausbreitung des Automobils im 20. Jahrhundert verknüpft. Es verwundert daher nicht, dass die erste Straßenkarte von einem Reifenhersteller herausgebracht wurde.<sup>132</sup> Die von André Michelin zwischen 1911 und 1913 erstellten Karten bilden Frankreich und Teile der angrenzenden Länder in einem einheitlichen System ab, das sich an den neuen Anforderungen von Automobilen orientiert. Eine dieser Anforderungen war die Information über die Größe der Straße, ihren Zustand und Straßenbelag. Dies stellte Michelin durch verschiedene Breiten und Einfärbungen der dargestellten Straßen dar. Dieses visuelle System von Anzeichen und Symbolen hat bis heute Bestand.

Für die Linie sind Straßenkarten von besonderer Relevanz, da sich an ihnen die Linie als verbindendes Element besonders klar herausarbeiten lässt. Dabei steht die lineare Verbindung zwischen zwei Punkten im Fokus, die in Verbindung mit der Karte als Route bezeichnet wird. Ein gutes Beispiel für den Versuch einer Routenkartendarstellung bilden die römischen Straßenkarten wie etwa die *Tabula Peutingeriana*.

Zu beachten bei dieser Art der Darstellung ist die fehlende Projektionsform, d.h. es fehlt die geometrische Einordnung in ein System. Das Ziel der beschriebenen Karte ist es, eine Orientierung zu bilden, wie weit der jeweilige Ort von Rom bzw. dem jeweils nächsten Ort entfernt ist.

---

132 U. Schneider, 2004, S. 59.

Abzweigungen und Zusatzinformationen fehlen. Es geht hier wieder um das angesprochene Prinzip »wenn man an diesem Punkt steht, sind die folgenden Dinge wahrzunehmen«.

Ein weiteres gutes Beispiel für das vorgenannte Prinzip sind die Karten von John Cary um 1800.<sup>133</sup> Er veröffentlichte 25 Karten, die jeweils den Weg von London zu einem spezifischen, sehenswerten Ort abbilden. Im Gegensatz zu anderen Straßenkarten bildet Cary lediglich eine einzige Straße ab, der man folgen muss, um den Zielort zu erreichen. Abzweigungen und Kreuzungen sind zur Orientierung eingezeichnet, jedoch ohne die abzweigenden Straßen weiter auszuführen. Es entsteht der Eindruck eines vorbestimmten Weges, neben dem es keine weiteren Optionen, keine Welt gibt. Die direkte Umwelt der Reiseroute ist jedoch mit vielen Informationen versehen. Ortschaften, Gasthäuser, markante Landschaftsmarken und die von der Straße sichtbaren Anwesen sind detailliert eingezeichnet. Die Anwesen sind sogar mit dünnen, geraden Linien mit der Straße verbunden, um zu zeigen, von welchem Punkt der Route es möglich ist, einen Blick auf die Häuser zu werfen.<sup>134</sup>

Navigations- und Interaktionskonzepte sind Raumkarten, die replizierbar und kommunizierbar gemacht wurden. Sie bilden dabei immer kleiner werdende Ausschnitte ab. Früher war es eine grobe Europakarte, auf der die Hauptstraßen eingezeichnet waren. Heute geschieht Navigation über *Google Streetview* oder ähnliches. Design gestaltet beide Kartenformen, Raumkarten und Routenkarten, sowie die Kommunikation zwischen ihnen.

Im Designprozess finden wir Routenkarten in der Form von Prinzipzeichnungen, die Informationen über die Handhabung und Funktion des Entwurfs aus der Ich-Perspektive vermitteln, bzw. dies anstreben:

In der Prinzipzeichnung wird Grundsätzliches, wie z.B. das Funktionsprinzip, Gebrauchsprinzipien oder andere formale Prinzipien,

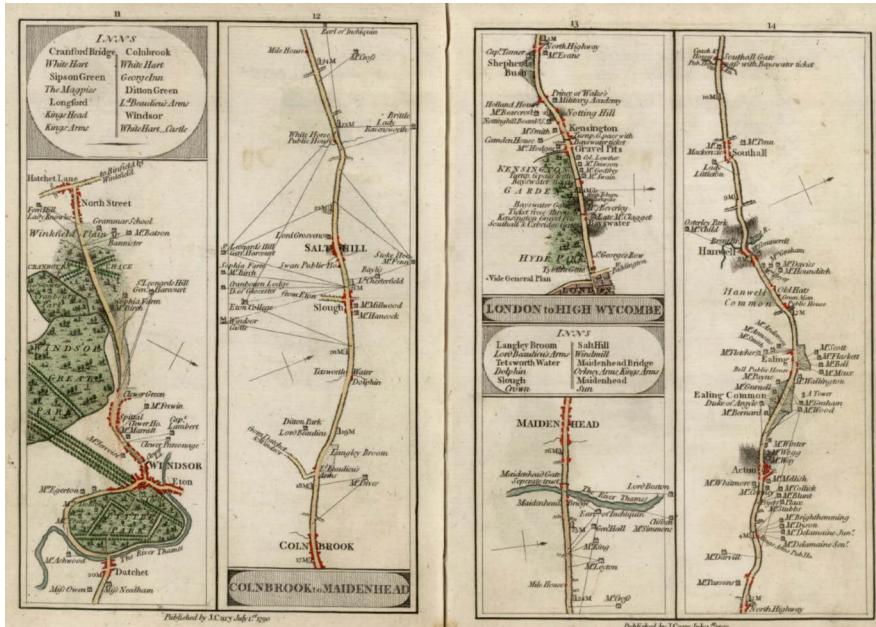
---

133 P. Barber, 2005, S. 238.

134 P. Barber, 2005

dargestellt. Aus dieser Zeichnung lassen sich dann z.B. Beweglichkeit und Konstruktionsdetails des Designobjekts während seines Gebrauchs ersehen.<sup>135</sup>

Abbildung 8: Straßenkarten von John Cary



Dafür werden, wie auch für andere Entwurfszeichnungen, Projektionen genutzt. Das besondere an den Prinzipzeichnungen ist die Kommunikation von Bewegung im Raum. Diese wird erzeugt durch Richtungs- und Bewegungspfeile in den Zeichnungen, die Bewegungsrichtungen und den Bewegungsradius von Einzelteilen oder des Ganzen bei der Nutzung verdeutlichen.

135 E. Holder, 1994, S. 128.

Zur Zeit der Sesshaftwerdung der Menschheit beginnt durch die Abstraktion eine Hinwendung zu Raumkarten und zu einer fortschreitenden Ausdifferenzierung abstrakter Darstellungformen. Erst mit der Renaissance beginnt eine Rückbewegung zu dem Versuch, individuelle Wahrnehmungen und Perspektiven wieder auf Karten oder Zeichnungen festzuhalten und so für andere erfahrbar zu machen. Die mediale Umsetzung, um eine dreidimensionale Ich-Perspektive über eine zweidimensionale Abbildung erfahrbar zu machen, hat sich seitdem zu einem vielfältigen Spektrum aufgefächert. Die Zweiteilung von Raum- und Routenkarten bleibt bis ins Zeitalter der virtuellen Welten erhalten. Erst in Extended Reality kommt über die Entwicklung von individueller Navigation im Raum wieder beides zusammen und es entsteht ein 4D-Entwurfsraum. Durch die neue Welt von Extended Reality erhalten wir die Möglichkeit, wieder weltlich mit der Linie umzugehen und trotzdem in die Technologie eingebettet zu sein.

#### 4.4 Die Linie in der Stereoskopie

Die Stereoskopie bildet technologisch gesehen die Grundlage für die immersiven Erfahrungen und Ansichten, die durch virtuelle Welten möglich werden. Der folgende Abschnitt wird erklären, was Stereoskopie ist, wie sie mit der bisherigen Darstellungstechnik zusammenhängt und wieso diese Darstellungstechnik in der Interaktion völlig anders behandelt werden muss als die bisher beschriebenen Projektionsformen. Die historischen Vorläufer der Stereoskopie werden dabei nicht überflüssig, sondern bilden die Ausgangsbasis für ein neues Verständnis der Darstellungsmethode.

Mit der Stereoskopie rückt die perspektivische Abbildung so nahe an den Betrachter, dass ein Eindruck, wenn nicht sogar die Illusion einer dreidimensionalen Raumwahrnehmung entsteht. Der Begriff der Stereoskopie setzt sich zusammen aus dem altgriechischen »στερεός stereos

›Raum/räumlich‹ fest<sup>136</sup> und »σκοπέω *skopeo*› betrachten«.<sup>137</sup> Im Kern der Darstellungsmethode, denn um eine solche handelt es sich nach wie vor, geht es also um die Raumbetrachtung, genauer: um die visuelle Wahrnehmung von Raum.

Man kann die Stereoskopie als eine Weiterentwicklung der historisch früheren Darstellungsmethoden (Zentralperspektive, Risse, Projektionen) ansehen, die allesamt monoskopisch angelegt sind. »mono« stammt ebenfalls aus dem Altgriechischen (»μονος, *monos*«) und bedeutet »eins«. Darstellungsformen wie die Zentralperspektive stellen die Welt also gleichsam nur aus der Sicht *eines* Auges dar (einem Augpunkt). Mit der Stereoskopie kommt das zweite Auge hinzu. Grundsätzlich sehen die meisten Menschen die Welt mit zwei Augen. Dabei empfängt jedes Auge ein etwas anderes Bild (d.h. jedes Auge nimmt die Umgebung aus einem minimal anderen Blickwinkel wahr). Der Unterschied zwischen den augspezifischen Bildern wird als binokulare Disparität bezeichnet und bildet die Grundlage für die Illusion einer dreidimensionalen Raumwahrnehmung.<sup>138</sup> Extended Reality -Technologien nutzen diesen Umstand, indem jedes Auge ein separates Bild vorgespielt bekommt. Die Synthese dieser beiden Bilder im Gehirn resultiert in einer als real empfundenen Tiefen- bzw. Raumwahrnehmung, die nur noch aus *einem* wahrgenommenen Bild (dem Sichtfeld) besteht. Dieser Effekt wird als Stereoskopie bezeichnet.<sup>139</sup>

Jedes Auge bekommt also eine eigene zentralperspektivische Darstellung angezeigt, dem Unterschied des Winkeabstandes entsprechend, der die Sichtachsen der Augen geometrisch abbildet. Das Gehirn übernimmt daraufhin, wie bei allen Sehvorgängen, die Umrechnung dieser zwei Darstellungen in eine zusammenhängende Raumdarstellung.

Das Verfahren macht deutlich, dass die Stereoskopie in der experimentellen Tradition des frühen Illusionismus steht, der mit der

---

136 Wilhelm Pape, 1914, S 937

137 Wilhelm Pape, 1914, S 903

138 J. J. LaViola/E. Kruijff/R. P. McMahan/D. A. Bowman/I. Poupyrev, 2017, S. 45.

139 J. J. LaViola/E. Kruijff/R. P. McMahan/D. A. Bowman/I. Poupyrev, 2017, S. 45.

Erforschung der Zentralperspektive begann. Augmentierte Wahrnehmungsräume können somit grundsätzlich als Nachfolger von Karten, Risszeichnungen, Linienkonstruktionen und Perspektivendarstellungen verstanden werden. Es handelt sich bei der Stereoskopie also um einen neuen Zugang zu linienbasierten Darstellungsmethoden.

Im Endeffekt bedeutet das: Wir stehen stereoskopisch nicht mehr mit Abstand *vor* einem Bild. Das Bild ist auch nicht mehr nur eine perspektivische Projektion, die uns wie ein geöffnetes Fenster eine gerasterte Aussicht bietet in eine andere Welt (wie etwa bei Dürer). Vielmehr öffnen wir nun das Fenster und treten hindurch in die Welt, die das Bild zuvor nur projiziert hat. Wir erhalten also Eingang in die Projektion selbst. Wir betreten das Raster, die Zeichenebene und damit die Linienwelt selbst – und erhalten dadurch einen radikal neuen Zugang, eine neue Wahrnehmungs- und Interaktionsebene.

## 4.5 Die Linie im virtuellen Raum

Dieses Kapitel führt die vorherigen Annahmen und Definitionen zusammen. Hierfür braucht es zunächst noch eine Begriffsdefinition der virtuellen Realität. Mit diesem letzten Puzzlestück kann die Entwicklung nachvollzogen werden, welche die Linie und die damit verbundene Kommunikation und Interaktion mit mentalen Karten absolviert hat. Im Folgenden wird dann die visuelle Kommunikation von mentalen Karten in Bezug auf die Gestaltung und Gestaltungsprozesse als ein Kreisschluss zu den lebensweltlichen Anfängen der Linie vorgestellt. Letzteres gelingt, indem die bisherige Analyse abstrakter Darstellungstechniken ergänzt wird durch die aktuellen Techniken und Visionen, welche die Basis der Extended Reality-Interaktion bilden. Das Ergebnis ist das Bild einer gedanklichen Kreisbewegung, an deren (systemtheoretisch frei gesetztem) Anfang eine lebensweltliche Interaktion mit der Linie als Erkennungs- und Abstraktionswerkzeug für alle Formen mentaler Karten steht. An besagtem Endpunkt der Entwicklung kehren wir nach einer jahrhundertelangen Auseinanderbewegung und Separierung von mentalen Routen- und Raumkarten zurück. Dabei handelt es sich –

noch einmal geistesgeschichtlich gedacht – um einen hermeneutischen Zirkelschluss, da wir nicht wieder einfach gedanklich bei null anfangen, sondern sich mit dem möglichen Betreten der Linienwelt zugleich auch völlig neue Möglichkeiten erweiterter Interaktion auftun. Den Abschluss des Kapitels und der Arbeit bildet eine nun fällige Definition der virtuellen Linie und ihrer antizipierten Anwendungsformen sowie ihrer veränderten Aufgabe als Wahrnehmungs-, Kommunikations- und Gestaltungswerkzeug in der Linienwelt.

#### 4.5.1 Begriffsdefinition: virtuelle Realität

Für den Einstieg in die Aspekte der virtuellen Wahrnehmung bietet sich zunächst ein Blick auf die Definition des Begriffs der *virtuellen Realität* an, um anhand dieser Schlüsse ziehen zu können.

Der Begriff der virtuellen Realität beschreibt, so wie er im Alltagsgebrauch genutzt wird, fiktive Welten in unseren Köpfen oder solche, die von Computern generiert werden.<sup>140</sup> Bei weitergehender Begriffsrecherche stößt man unweigerlich darauf, dass die beiden Bestandteile des Begriffs *virtual reality* per Definition auf den ersten Blick in einem scheinbar grundlegenden Widerspruch zueinander stehen. Jedoch passen die unterschiedlichen Definitionen durchaus auf die vorliegende Definition der Linienwelt. In *Webster's New universal unabridged dictionary* finden sich folgende Definitionen der Begriffe: Virtual wird als »being in essence or effect, but not in fact«<sup>141</sup> definiert und der Begriff der Realität als:

the state or quality of being real. Something that exists independently of ideas concerning it. Something that constitutes a real or actual thing as distinguished from something that is merely apparent.<sup>142</sup>

---

<sup>140</sup> J. Jerald, 2016, S. 9.

<sup>141</sup> Webster's new universal unabridged dictionary, New York, 1994.

<sup>142</sup> Webster's new universal unabridged dictionary, New York, 1994.

In *Understanding Virtual Reality* weisen Sherman und Craig (2003) darauf hin, dass sich die obigen Definitionen von Virtualität und Realität gegenseitig widersprechen.<sup>143</sup> Eine Ansicht, mit der Jason Gerald in *The VR Book* übereinstimmt: »Thus, virtual reality is a term that contradicts itself – an oxymoron!«<sup>144</sup> Eine neuere und bessere Begriffsdefinition (auch nach Gerald) findet sich auf der aktuell gehaltenen Website des Wörterbuchs Webster's New Universal Unabridged Dictionary:

an artificial environment which is experienced through sensory stimuli (such as sights and sounds) provided by a computer and in which one's actions partially determine what happens in the environment.<sup>145</sup>

Nach aktuellen Definitionen bildet Virtuelle Realität den Zugang zu computer-simulierten, immersiven, fiktiven Welten.

In this book, virtual reality is defined to be a computer-generated digital environment that can be experienced and interacted with as if that environment were real.<sup>146</sup>

Sowohl die einzelnen Definitionen der Begriffe »Realität« und »Virtualität« als auch die zusammengenommene aktuelle Definition von Virtueller Realität können der epistemologischen Bedeutung nicht gerecht werden. Dies lässt sich jedoch mit dem Konzept der Linienwelt aufheben, das die Definition um das historische Verständnis linienbasierter Wahrnehmungskommunikation ergänzt. Dies wird im Folgenden aufgeschlüsselt.

Die bestehenden Definitionen Virtueller Realität treffen auf die aktuellen Anwendungen zu, greifen jedoch zu kurz. Jason Gerald schreibt selbst, dass viele Annahmen aus der Perspektive von Ingenieuren

---

<sup>143</sup> William R. Sherman/Alan B. Craig: *Understanding Virtual Reality. Interface, Application, and Design*, San Francisco, 2002.

<sup>144</sup> J. Jerald, 2016, S. 9.

<sup>145</sup> Merriam-Webster: *virtual reality. online dictionary 2022*, <https://www.merriam-webster.com/dictionary/virtual%20reality> vom 15.12.2022, S. 1.

<sup>146</sup> J. Jerald, 2016, S. 9.

entwickelt wurden, und diese technische Sichtweise sinnvoll ist für die Entwicklung der Geräte, dieser technischen Sicht jedoch die Perspektive der Wahrnehmungstheorie fehlt, um die Möglichkeiten Virtueller Realität auszuschöpfen.<sup>147</sup> Um eine stimmige Virtuelle Realität zu erzeugen, braucht es Wissen über Psychologie und die menschliche Wahrnehmung:<sup>148</sup> »We have to accept human perception and behaviour the way it is, not the way logic tells us it should be.«<sup>149</sup> Mit dem Verständnis von virtueller und augmentierter Realität als einem Betreten der Linienwelt wird genau diesem Anspruch nachgegangen. Indem wir virtuelle Realität nicht als komplett neue Technologie, sondern als nächsten Schritt linearer Darstellungsmethoden verstehen, können wir mit dem Wissen zur Entwicklungsgeschichte vorheriger Darstellungsformen die Definition von Virtueller Realität erweitern. Mit dem Konzept der Linienwelt steht virtuelle Realität in der Nachfolge linearer Darstellungsformen und damit in der Tradition menschlicher Wahrnehmungsweitergabe. Ein immersiver Zugang zur Linienwelt ermöglicht einen lebensweltlichen Zugang zu den abstrakten Daten dieser Kommunikation und eröffnet damit völlig neue Möglichkeiten des Verständnisses der Welt und der Wahrnehmung. Mit dem Konzept der Linienwelt kann der Widerspruch in der Begriffsdefinition der virtuellen Realität aufgehoben werden.

#### 4.5.2 Virtualität und mentale Karten

Er [der Begriff der mentalen Karte] charakterisiert die Wahrnehmung und Abspeicherung räumlichen Wissens im menschlichen Gehirn.<sup>150</sup>

Das Modell mentaler Raum- und Routenkarten aus der Kognitionsforschung hatte und hat maßgeblichen Einfluss auf die Entwicklung digitaler Informations- und Kommunikationstechnologien. Daher kann es ein Verständnis des neuen, immersiven Zugangs durch Virtuelle Realität

---

147 J. Jerald, 2016, S. 1.

148 J. Jerald, 2016, S. 1.

149 J. Jerald, 2016, S. 1.

150 U. Schneider, 2004, S. 81.

generieren. Da in der virtuellen Realität alle Teile der Interaktion, inklusive des Raums an sich, gestaltet werden können, ist es naheliegend, für die Gestaltung dieser Realitäten die menschliche Wahrnehmung in den Mittelpunkt zu stellen. Virtuelle Welten werden nach dem Vorbild *mentaler Karten* gestaltet:<sup>151</sup> »Mobilität und Raumbeziehung werden in mentalen Modellen und kognitiven Karten repräsentiert, die uns die raumbezogene Kommunikation und Orientierung erlauben.«<sup>152</sup>

Dies gilt sowohl für die Wahrnehmung der physischen als auch der virtuellen Welt. Zusammenfassend wird in der Extended Reality Literatur von *cognitive mapping*<sup>153</sup> gesprochen. In Kapitel 4.1 wurde hergeleitet, dass sich für die Bildung einer Raumwahrnehmung besonders zwei unterschiedliche mentale Zugänge definieren lassen: Routenkarten und Raumkarten.<sup>154</sup> Sie bilden im fünfstufigen Aufbau der Raumwahrnehmung (vgl. Kapitel 3.1.1) die Ebene, auf der eine Kommunikation der Wahrnehmung möglich wird. Routen- und Raumkarten ergänzen sich gegenseitig zu einem holistischen Bild des Raums.

Zur Rekapitulation: Routenkarten werden aus der Ich-Perspektive gebildet, während Raumkarten diese um eine Karte aus der Vogelperspektive (Aufsicht) ergänzen. Routenkarten werden als internalisierte Bewegungsvorstellungen mittels geografischer Raumsysteme verstanden, während Raumkarten den Raum durch die Entfernung und Relation des Raumes und seiner Inhalte strukturieren.<sup>155</sup> Wenn wir über die mediale Repräsentation von mentalen Karten sprechen (Karten, Zeichnungen, Konstruktionen etc.), dürfen diese nicht mit der eigentlichen Form *mentaler Karten* als psychische Konstrukte verwechselt werden.

Wir haben gesehen, dass Austausch und Weitergabe hinsichtlich der Raumwahrnehmung bisher fast ausschließlich über das Medium der Raumkarte stattgefunden haben. In Kapitel 4.2.2 wurde gezeigt, dass erste Darstellungsmethoden eine Mischung aus geografischer

---

<sup>151</sup> S. Günzel/F. Kümmelring, 2012, S. 246.

<sup>152</sup> U. Schneider, 2004, S. 19.

<sup>153</sup> J. J. LaViola/E. Kruijff/R. P. McMahan/D. A. Bowman/I. Poupyrev, 2017, S. 60.

<sup>154</sup> S. Günzel/F. Kümmelring, 2012, S. 243.

<sup>155</sup> S. Günzel/F. Kümmelring, 2012, S. 243.

Darstellung und individueller Zukunftspläne und -visionen waren. Diese Karten können noch als eine Kombination beider mentaler Karten gesehen werden. Wie hergeleitet, nimmt die Gewichtung mentaler Routenkarten zugunsten von Raumkartenrepräsentationen im Verlauf der Geschichte immer weiter ab. Über Pilgerkarten, Straßenkarten, die geografische Vermessung der Welt sowie Projektionen, Ansichts- und Risszeichnungen werden die Schnittstellen zur Raumkarte immer weiter ausgebaut. Die Zentralperspektive, mit dem Fokus auf den Blickwinkel eines Individuums (Augpunkt), kann als ein erster Impuls in Richtung einer Kommunikation mentaler Routenkarten verstanden werden. Trotzdem entsteht erst mit der Digitalisierung die Möglichkeit einer direkten Annäherung, die mit den stereoskopischen Medien ihren bisherigen Höhepunkt erreicht. Die Rekapitulation schließt mit dieser Pointe ab: Mit dem System der mentalen Karten werden virtuelle, auf der Stereoskopie basierende Darstellungen zu einem grundlegenden Werkzeug für die Kommunikation mentaler Routenkarten. Mit dem *Betreten* des virtuellen Raums erhalten wir über die Linienwelt den Zugang zu der Kommunikation und Interaktion mit mentalen Routenkarten – also der mentalen Ich-Perspektive.

Dieser Zugang funktioniert, so die vorliegende These, über die Linie. Dies gilt sowohl für mentale Routen- als auch für Raumkarten. Die bisherige Forschung und aktuelle Praxisbücher für die Erstellung von virtuellen Welten ordnen lediglich mentale Raumkarten den Linienmedien zu:

Search strategies and movement parameters influence the effectiveness of spatial knowledge acquisition. These factors affect not only the efficiency of building a cognitive map but also the qualitatively different kinds of spatial knowledge that are acquired. [...] Procedural knowledge (or route knowledge) describes the sequence of actions required to follow a certain path or traverse paths between different locations. [...] Finally, survey knowledge can be described as the configurational or topological knowledge of an environment consisting of object locations, interobject distances, and object orientations.

This kind of knowledge is map-like and can therefore also be obtained from a map [...].<sup>156</sup>

Mit der Stereoskopie im Zentrum der virtuellen Realität eröffnet sich ein neuer Blickwinkel. In diesem Kontext wird der visuelle Sinn, wie in der lebensweltlichen Realität, auch in der virtuellen Realität der ausschlaggebende Sinn dafür, ob etwas wortwörtlich wahrgenommen und als wahr, als Realität akzeptiert wird.

Mit Bateson konnte die Linie als der visuelle Unterschied, der den Unterschied macht, als Grundlage der Wahrnehmungs- und Realitätskonstruktion hergeleitet werden: »Informationen bestehen aus Unterschieden, die einen Unterschied machen.«<sup>157</sup> Für die visuelle Wahrnehmung ist die Linie dieser Unterschied – diese These wird erstens getragen durch die vielschichtige gesellschaftliche Bedeutung der Linie, die sich im Laufe der Geschichte entwickelt hat, wie im zweiten Kapitel dieser Arbeit gezeigt wurde. Den zweiten tragenden Punkt der Herleitung liefert der Vergleich der Körperlichkeit von Unterschied und Linie. Mit Bateson lässt sich der Unterschied außerhalb von Zeit und Raum verorten.<sup>158</sup> Mit Arnold kann dasselbe für die Linie getan werden:

Der einmal gezogene Strich der Zeichnung soll sich zugleich entziehen, indem er einen Unterschied einzieht [...] Die Eindimensionalität der gezeichneten Linie entzieht sich der Zweidimensionalität der Fläche gerade dadurch, dass jene diese allererst aufzieht.<sup>159</sup>

Beschränken wir uns auf den Bereich der visuellen Wahrnehmung und Realitätskonstruktion, wird erkennbar, dass jeglicher als solcher wahrgenommene Unterschied durch Linien gezogen wird.

Die Linie wird zur Basis des *cognitive mapping* und wird damit zum Zentrum virtueller Raumkonstruktion. Die Linie bleibt in den virtuellen Realitäten, ebenso wie in der lebensweltlichen Realität die Basis der Unterscheidung, der Grenzziehung und der Rechtsprechung. So wie die

<sup>156</sup> J. J. LaViola/E. Kruijff/R. P. McMahan/D. A. Bowman/I. Poupyrev, 2017, S. 61.

<sup>157</sup> G. Bateson/H. G. Holl, 2017, S. 122.

<sup>158</sup> G. Bateson/H. G. Holl, 2017, S. 122.

<sup>159</sup> F. Arnold, 2018, S. 6.

Linie für die Regeln, die Wahrnehmung und das Verständnis der Welt steht, so steht sie nun ebenfalls für die Wahrnehmung der Welt an sich, sowohl für die Wahrnehmung der physischen, als auch für die unzähligen und der unendlichen virtuellen Welten.

Die Linie bleibt weiterhin die Basis visueller Darstellung und Kommunikation, auch in der immersiven, stereoskopischen virtuellen Welt. Was sich grundlegend verändert, ist die Interaktion mit der Linie.

#### 4.5.3 Die virtuelle Linie

Die Linie bleibt Linie und ist doch eine andere geworden durch die Entwicklung, die sie geistesgeschichtlich und gestalterisch durchgemacht hat. Sie kann nicht zurück, sondern nur weiter in die eingeschlagene Richtung der Schaffung einer eigenen Welt. In der Linienwelt wird die Interaktion mit der Linie direkter – im Sinne der Greifbarkeit bzw. der unmittelbaren Gestaltung, aber auch zeitlich. Wie in Kapitel 4.2 aufgezeigt wurde, bedeutet das Betreten der Linienwelt für die Interaktion mit der Linie einen hermeneutischen Zirkelschluss zurück zu ihren Anfängen. Der Umgang mit der Linie wird wieder direkt, lebensweltlich und so unmittelbar erfahrbar wie die Lotschnur oder die Furche im Feld. Indem die Linienwelt in ihrer Form als Abstraktionsebene betreten wird, entfallen zwei wichtige Aspekte der Abstraktion: Distanz in Zeit und Raum. Beide Abstraktionsebenen waren bisher essenziell für die Kommunikation der Raumwahrnehmung. Das nötige Neuverständnis der virtuellen Linie, in ihrer Form als grundlegendes Kommunikationswerkzeug, ergibt sich über die historische Entwicklung der Linienwelt.

Neolithische Karten bestanden aus einer Mischung aus dokumentarischer Darstellung und Wunschbildern. Erst durch die mathematische Vereinheitlichung in der Antike wurde es möglich, eine universelle Basis für den Umgang mit der Linie zu definieren. Damit konnte die Linie zur geistigen Repräsentation für Regeln, Rechtsprechung und Grenzen aller Art werden, im Hinblick auf sowohl geografische und physische als auch soziale Räume und Systeme. Auf dieser Basis entsteht im Laufe der Renaissance und der folgenden Jahrhunderte die Linienwelt in ihrer Form als Abstraktionsebene räumlicher Informationen. Durch die geometri-

schen Grundlagen wird die praktische, haptische Welt, sowie die Interaktion mit ihr, auf neue Weise handhabbar gemacht. In der Renaissance wird die gestaltbare Welt sozusagen »auf Linie gebracht«. Während die Linie zuvor genutzt wurde, um die Welt zu verstehen, wird sie nun zum Werkzeug des Entwurfs und der Integration neuer Ideen in die Welt. Die Linie als solche wird durch das Disegno in den Mittelpunkt der visuellen Wahrnehmungskommunikation gerückt. Wie anfänglich herausgearbeitet ist das Disegno die Interaktion mit der Linienwelt, da es sowohl für das systematische Erkennen und Begreifen der Welt steht, als auch für die Wiedergabe und Weitergabe dieser Wahrnehmung in visuellen, linienbasierten Medien.

Die Entwicklung der Perspektive ermöglicht die Übertragung mentaler Routenkarten in das neue, geometrische Verständnis der Welt. Die Auseinanderbewegung zwischen den immersiven Raumkarten und abstrakten Routenkarten seit dem Neolithikum ist damit beendet. Durch die Weiterentwicklung und Ausdifferenzierung der geometrischen Projektionsformen beginnt ab der Renaissance eine Annäherung, die mit den neuen Medien abschließt.

Bisher lag die Linienwelt in den Darstellungsmedien in abstrakter Form vor. Ein immersiver Zugang war bislang nur geistig, in der Form mentaler Karten, vorhanden. Mit der Stereoskopie wird jedoch ein direkter, lebensweltlicher Zugang zu dieser Abstraktions- und Ordnungsebene möglich. Abstraktion fußt oft auf dem Abstand, der zwischen der Darstellung und der realen Wahrnehmung besteht. Dieser ist in virtuellen Welten nicht mehr gegeben. Der Beobachter<sup>160</sup> betritt die Abstraktionsebene, indem der Bildschirm so nah vor die Augen rückt, dass er als solcher nicht mehr wahrnehmbar ist. Wir blicken nicht mehr auf, sondern gewissermaßen *in* die Darstellung. Die Linie ist damit nicht mehr vor uns, sondern um uns. Es entsteht eine neue Ebene der Interaktion mit der Linie, die den besagten Kreisschluss erzeugt.

Der Umgang mit der Linie in virtuellen Welten ist wieder lebensweltlich geworden, hat sich jedoch zusammen mit der Linie gewandelt. Grund dafür ist die zuvor dargestellte Entwicklung. Gesellschaftlich

---

<sup>160</sup> Siehe auch Kapitel 5.1.1

wurde die Linie so sehr habitualisiert, dass sie als solche nicht mehr in Erscheinung trat. Doch durch die Digitalisierung wird die Linie als Linie handhabbar und nahbarer, sichtbar:

Doch erst die digitale Bildverarbeitung erlaubt eine Form reiner Sichtbarkeit [...], da sie Manipulationen und im Fall der Simulation sogar Interaktionen erlaubt.<sup>161</sup>

Medial wurde auf Basis der in den letzten Jahrhunderten entwickelten analytischen und darstellenden Geometrie der Raum der Linie im Digitalen aufgezogen. In der virtuellen Welt ist es möglich, die Linie *an sich* mit den Händen zu greifen und auf sie einzuwirken. Die Linie wird wieder zur Lotschnur – Gewissermaßen zur Lotschnur 2.0, indem wir sie im dreidimensionalen Raum frei ziehen, bewegen und modifizieren können.

Damals wie heute ist der Umgang mit der Linie direkt und immersiv. Die Linie entstand als handwerkliches Werkzeug der Konstruktion und Ordnung und ist nun die Essenz dessen geworden. Wo die Linie ursprünglich gebraucht wurde, um Felder zu bestellen und Häuser zu bauen, ist sie nun der lebensweltliche Zugang zur visuellen Abstraktionsebene der menschlichen Wahrnehmung. Während die Interaktion mit der Linie wieder zu ihren Anfängen zurückkehrt, ist der hermeneutische Unterschied der Raum, in dem dies geschieht: die Linienwelt.

Durch die Immersion in der Linienwelt gehen, wie eingangs erwähnt, die Abstraktionsebenen der Zeit und des Raums verloren. Die Darstellungsmethoden auf dem Computerbildschirm haben die Abstraktionsebene der Zeit zugunsten einer gesteigerten Immersion aufgegeben. Linien lassen sich mit dem Mauszeiger oder dem Finger auf dem Touchdisplay verschieben. Mit der Immersion in der virtuellen Realität wird zusätzlich die Abstraktionsebene der räumlichen Distanz aufgegeben. Was sich damit verändert, ist nicht nur ein Wechsel des Mediums, sondern der Wahrnehmung.

---

161 Lambert Wiesing: Die Sichtbarkeit des Bildes. Geschichte und Perspektiven der formalen Ästhetik, Frankfurt a.M., 2008, S. 20.

Mit dem Betreten der virtuellen Welt kippt das Verhältnis von Raum- und Routenkarten und muss sich neu sortieren. Durch den immersiven Zusammenschluss der räumlichen Kommunikationsebenen muss der Umgang mit der Linie neu definiert werden – mit dem Ziel, das Potential beider mentaler Karten voll auszuschöpfen und den unendlichen Möglichkeitsraum der Linienwelt greifbar zu machen. Abstraktion war bisher das Werkzeug, mit dem effiziente Kommunikation und Erkenntnis möglich gemacht wurden. Das Wegfallen der Abstraktionsebenen in der virtuellen Welt hinterlässt ein Vakuum. Es braucht an dieser Stelle eine neue Form der Abstraktion, welche die fehlenden Abstraktionsebenen kompensiert. Denn wie in Kapitel 3.2 am Konzept des Disegno gezeigt wurde, ist die Abstraktionsfähigkeit der Linie essenziell, um die umgebende Welt schnell zu verstehen und sich in ihr zu orientieren. Mit der Abstraktion entsteht Ordnung Orientierung, Verständnis für Strukturen. So wie das Betreten der Linienwelt einen Kreisschluss für die Linie bedeutet, so muss die Linienwelt auf sich selbst zurückgeworfen werden, um wieder eine Abstraktionsebene zu schaffen. Die Linienwelt muss wieder Zeichnung werden.

Die Grundfunktion der Linie ist nach wie vor, die eigene Raumwahrnehmung kommunizierbar zu machen, um Verständnisunschärfen in der visuellen Kommunikation auf ein Minimum zu reduzieren. Dies ist für den schnellen und unmissverständlichen Austausch von Raumwahrnehmung essenziell. Indem die einzelne Linie einen Teil ihrer Abstraktionsfähigkeit verliert, verschiebt sich die Wahrnehmung des Beobachters auf die nächsthöhere Ebene visueller Muster:

As demonstrated in [...] and with every VR session anyone has ever experienced, we are pattern recognizing machines seeing things that do not exist.<sup>162</sup>

Für eine schnelle Wahrnehmung virtueller Räume braucht es ein Orientierungssystem, an dem alles andere ausgerichtet werden kann: das Raster. Das Raster war bisher das Werkzeug zur Vermessung und zum Verständnis der Welt. Es bildet die Grundlage für das Konzept eines

---

162 J. Jerald, 2016, S. 230–231.

Weltentwerfens. In seiner Form als Basiselement der perspektivischen Konstruktion,<sup>163</sup> als Albertis Kachelmuster der *braccia* und als Bezugsstruktur für die Gestaltung<sup>164</sup> bildet es ein grundlegendes, universelles System visueller Ordnung. Für die virtuelle Darstellungstechnik bedeutet dies, dass rasterbasierte Darstellungen ein klareres Verständnis von Raum und Raumtiefe erzeugen als detailreiche Immersionen:

The sense of depth provided by linear perspective is so strong that non-realistic grid patterns may be more effective to conveying spatial presence than more common textures with little detail such as carpet or flat walls.<sup>165</sup>

Abstrakte Raster geben der Wahrnehmung klare, schnell erkennbare Grundlagen der Orientierung und Einordnung von Raum, Größe, Entfernung, Geschwindigkeit und Relation. Über das Grid wird es möglich, im virtuellen Raum das Wahrgenommene räumlich in Relation zueinander und in einen Bezug zu sich selbst zu setzen.

Das Konzept des Rasters als neue Abstraktionsebene steht dem aktuellen Trend zu fotorealistischen virtuellen Darstellungen entgegen. Es scheint unsinnig, die virtuelle Welt für alle Anwendungen der realen nachempfinden zu wollen. Wenn es, wie in der Gestaltung, um die schnelle Vermittlung von Informationen geht, haben linienbasierte Darstellungen klare Vorteile. Die reale Welt ist von sich aus komplex – mit der Linienwelt wurde ein System entwickelt, das es ermöglicht, diese Komplexität auf ein verständliches Maß zu reduzieren. Die Linienwelt nun wiederum so komplex zu gestalten, dass sie unverständlich wird, erscheint paradox.

Die Linie ist für die virtuelle Realität essenziell, da sie uns den Zugang zur mentalen Realitätskonstruktion erleichtert. Die Linie hilft dabei, die reale Welt zu verstehen und uns in ihr zu orientieren. Dieselbe Funktion muss sie in der virtuellen Welt einnehmen. Virtuelle Umgebungen aus Linien werden nicht weniger als real wahrgenommen als

---

<sup>163</sup> G. Ambrose/P. Harris, 2008, S. 42.

<sup>164</sup> G. Ambrose/P. Harris, 2008, S. 27.

<sup>165</sup> J. Jerald, 2016, S. 116.

fotorealistische Darstellungen. Der Schlüssel zu einer »realen« Darstellung ist nicht gleichzusetzen mit der Auflösung oder der Menge an Details in einer virtuellen Simulation. Stattdessen geht es um Kongruenz in der Wahrnehmung. Diese entsteht im Visuellen durch die Stimmigkeit des Wahrgenommenen in Bezug auf die Summe aller Einzelteile zueinander. Das Raster bildet dazu die optimale Grundlage. Virtuelle Realität spielt dann ihre Stärken aus, wenn sie ein Bild aus klarer Struktur, verständlicher Ordnung und deutlichen Unterschieden ist.

In der Videospielbranche werden für solche Darstellungskonzepte Begriffe wie *Block-Design* oder *Comic-Style* genutzt. Prominente Beispiele sind *Minecraft* (mit über 200 Millionen Exemplaren das meistverkaufte Videospiel weltweit),<sup>166</sup> die Lego-Videospieladaptionen, ebenso wie der Großteil der Mobile Games. Gleich ist allen diesen Konzepten eine schnelle visuelle Zugänglichkeit, die durch simplifizierte und sich immer wiederholende Elemente erzeugt wird. *Minecraft* sticht dazwischen als kreatives Gestaltungstool noch einmal besonders hervor. Die Linie als Raster ermöglicht für die virtuelle Linienwelt den schnellen, verständlichen Zugang zu Orientierung im Raum, wie er für kreatives Spielen und Gestalten in virtuellen Welten nötig ist.

Neben der visuellen Kongruenz kann die Linie auch bei der Bewegung im virtuellen Raum helfen. Die Linie ermöglicht es uns in diesem Fall, Ideen von Bewegung zu verstehen, die uns sonst unzugänglich wären. Anschaulich wird dies am Beispiel der sogenannten Motion-Sickness (Bewegungsübelkeit). Die Bewegung wird dabei nur visuell simuliert, während alle anderen Sinne dem Gehirn die Information senden, dass keine Bewegung stattfindet. Das Resultat ist Schwindel, Übelkeit und Orientierungsverlust in variierender Stärke und Ausprägung. In dem nicht alle Sinne gleichermaßen angesprochen werden, entstehen Ungereimtheiten in der Wahrnehmung. Die Linie kann an dieser Stelle helfen, wieder Übereinstimmung zu erzeugen, indem sie Bewegung abstrahiert darstellt. So wird, um Motion-Sickness zu vermeiden, der

---

<sup>166</sup> F. Tenzer: »Weltweit meistverkaufte Videospiele bis Dezember 2022«, in URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/36854/umfrage/verkaufszaehlen-der-weltweit-meistverkauften-videospiele/vom-15.12.2022>.

Betrachter im Raum versetzt, anstatt sich durch ihn hindurch zu bewegen. Die Navigation erfolgt dabei über Interfaces aus Linien, und erscheint intuitiv, obwohl die Bewegung an sich abstrakt und ungewohnt ist.

Somit gilt dasselbe für die Linienwelt wie für die reale Welt: Die Linie ist das Werkzeug, mit dem die Wahrnehmung geordnet und kommunizierbar gemacht werden kann. Nach der Vermessung der Welt wird das Raster nun zur Ausgangsbasis neuer Welten und Weltentwürfe. Mit der Digitalisierung und der damit veränderten Informationslage formt sich auch ein neues Raumverständnis auf Basis der Linie.

Nach der erfolgten Herleitung sind virtuelle Linien grundsätzlich Linien, da sie nicht physisch anwesend sind. Jede Kante, jede Grenze, die wir in der virtuellen Welt wahrnehmen, wird nicht, wie zuvor, erst durch unsere Interpretation zur Linie – in der Linienwelt dreht sich der Prozess der Raumwahrnehmung um. Wo zuvor die Grenze eines physischen Gegenstandes erst in unserer Wahrnehmung zur Linie wird, ist die Linie in der Linienwelt zuerst Linie und kann im zweiten Schritt repräsentativ für die Grenze eines Gegenstandes stehen. Die Linie ist schon vor der bewussten Wahrnehmung Linie und daher kann die Interaktion mit der Linie in Virtueller Realität quasi »en passant« geschehen. Während die Interaktion lebensweltlich ist, sind die Bedingungen in der Linienwelt es nicht notgedrungen. Schwerkraft, Raum und Zeit sind optionale, veränderbare Parameter in der virtuellen Welt. Durch die Echtzeitlichkeit der Interaktion ist die Linie in einem durchgehenden Zustand des Gezogen-werdens und gleichzeitigen Entziehens begriffen.<sup>167</sup>

---

167 Florian Arnold, 2018, S. 343–344

## 5 Fazit

---

Anfangs wurde das Ziel formuliert, über die Linie einen neuen Blickwinkel auf virtuelle Welten zu erarbeiten. Ausgehend von der Vision eines mathematischen Wunderlands wurde die virtuelle Welt als eine Linienwelt hergeleitet, in der die Interaktion mit der Linie zu ihren lebensweltlichen Anfängen zurückkehrt. Den Kern der Analyse bildet eine Definition der Linie als Grundelement der menschlichen, auf Unterschieden basierenden Wahrnehmung.

Vor dem Hintergrund dieser Definition lässt sich das Feld linienbasierter Darstellungsmethoden, wie Zeichnungen und Karten, mit dem Konzept mentaler Karten verbinden. Durch die Betrachtung der historischen Entwicklung linienbasierter Darstellungsmethoden können Rückschlüsse auf die Raumwahrnehmung und ihre Kommunikation von der Jungsteinzeit bis heute gezogen werden. Aus dieser Perspektive zeigt sich, dass virtuelle Räume eher in der Tradition von geometrischen Linienmedien stehen als von Film oder Fotografie.

Orientierung und Interaktion in virtuellen Welten müssen auf die Linie als ordnungs- und strukturgebendes Element zurückgreifen – insbesondere dort, wo das Ziel ist, schnell und klar räumliche Informationen mitzuteilen oder abstrakte Informationen räumlich darzustellen. Für die Gestaltung im virtuellen Raum bedeutet dies, dass mit dem Betreten der Linienwelt der mediale Wechsel weniger relevant ist als die resultierende Veränderung der Interaktion mit der Darstellungsebene – der Linie. Die Linie als immaterieller Unterschied, der den Unterschied macht, wird immersiv, direkt und unmittelbar greif- und veränderbar.

Für die Gestaltung ist dies eine Revolution. Zuvor erfolgte der Zugang zu einem Entwurf über Abstraktion, die eine Distanz zwischen Entwurf und Rezipient impliziert. Diese Abstraktionsebene, also das planerische Entwerfen, wird bis jetzt als wesentliche Grundlage für die Arbeit des Designers verstanden. Mit dem Wegfallen der Abstraktion und mithin der Distanz wird dies hinfällig.

Gestaltung ist immer ein bimedialer Prozess zwischen den zeichnerischen Projektionen mentaler Raum- und Routenkarten. Bedingt durch die Grenzen der Technik wurden Raumverhältnisse bislang vor allem über Raumkarten dargestellt – die gestalterische Auseinandersetzung fand mit dem in Raumkarten enthaltenen Formen- und Ansichtskanon statt. Mit der Digitalisierung geschieht nun ein Paradigmenwechsel von Raumkartenprojektionen zu Routenkartenprojektionen als Basis der Interaktion und Gestaltung. Dieser Prozess findet mit dem konzeptionellen Betreten des digitalen Raums seinen Wendepunkt hin zu einem neuen Zugang zur Gestaltung.

In dieser Arbeit konnte über die Linie ein neuer Zugang zu den virtuellen Medien geschaffen werden. Die erforderliche Analyse erfolgt in drei großen Abschnitten: der Liniendefinition, der darauf aufbauenden Genese einer Linienwelt und abschließend der Definition der virtuellen Realität als einem Betreten jener Linienwelt. Dabei wurden folgende Thesen bestätigt:

1. Die Linie ist *der visuelle Unterschied, der den Unterschied macht*, und bildet damit die Grundlage der Wahrnehmung und Kommunikation von Raumwahrnehmung.
2. Das Konzept der *Linienwelt* bezeichnet ein geometrisch-mathematisches Verständnis der Welt.
3. Die Immersion in virtuelle Räume kann als ein *Betreten* der Linienwelt angesehen werden.
4. Mit dem Betreten der Linienwelt entsteht ein Kreisschluss zu den Ursprüngen der Linie, indem diese wieder lebensweltlich, direkt und unmittelbar erfahrbar und damit gestaltbar wird.

Der Beleg der These der Linie als visueller *Unterschied, der den Unterschied macht* besteht aus drei Teilen: einer Verortung, einer Spezialisierung und einer Systematisierung.

In der Verortung erfolgt die Ausarbeitung der Ursprünge der Linie aus lebensweltlichen Kontexten und einer Entstehung der Linie als universelle Repräsentanz für Grenzen, Regeln, Ordnung und gesellschaftliche Struktur. Die Linie war in ihren Anfängen als Lotschnur, als Furche im Feld (Ackerbau), als Kerbe im Wachs oder Stein (Schreibtafeln) lebensweltlich vorhanden. Die Interaktion mit ihr war direkt, immersiv. Sie war Teil der physischen Welt, soweit sie als Werkzeug der Konstruktion und Ordnung genutzt wurde. Mit diesem Nutzen wird das Fundament gelegt, aus dem mit vielen Zwischenschritten die Mathematik, Geometrie, Architektur und die Ingenieurswissenschaften etc. entstehen.

Mit der gesellschaftlichen Habitualisierung dieser Konzepte verbreiterte sich das Anwendungsfeld der Linie. So wurde sie neben ihrer Anwendung in der physischen Welt zunehmend zu einem geistigen Konzept, das für gesellschaftliche Ordnung und Rechtsprechung steht. In dem so entstehenden Liniensystem zu leben bedeutet, sich innerhalb der gesellschaftlichen Grenzen zu bewegen – eine Vorstellung, die sich bis heute gehalten hat, wie man an dem Songtext von Johnny Cash erkennen kann: »Because you're mine, I walk the line.«

Der zweite Teil der Liniendefinition ergibt sich durch den Fokus der Definition auf die zeichnerische, visuelle Linie. Durch das Disegnokonzept der Renaissance rückt die Linie in der Zeichnung zwischen den Menschen und die Welt – als Werkzeug von Erkenntnis und Kommunikation. Die Linie (in ihrer Form in der Zeichnung) wird in diesem Zusammenhang sowohl als mentale Idee als auch als deren Darstellung definiert.

Final definiert wird die Linie in der Analyse durch Systemtheorie und Konstruktivismus. Ausgehend von der Annahme, dass jegliche Wahrnehmung von Realität eine Konstruktionsleistung des Gehirns ist, die auf Unterschieden beruht, kann die Linie als deren visuelle Repräsentation definiert werden. Die Linie als Lotschnur, als geografische oder als gesellschaftliche Grenze (Rechtsprechung) ist die universelle

Darstellung eines Unterschieds. Im Bereich des Visuellen ist die Linie damit nicht nur *ein* Unterschied, sondern *der* Unterschied. Epistemologisch gesprochen ist die Linie das, was das Gehirn aus dem visuellen Unterschied macht, um die Welt zu konstruieren. Die Linie ist *der* visuelle Unterschied, der den Unterschied macht.

Diese Definition der Linie bildet die Ausgangsbasis der zweiten These. Das Konzept der Linienwelt basiert auf den Zusammenhängen mentaler Karten und zeichnerischer Weltdarstellungen wie Karten, Rissen und Perspektivprojektionen. Mentale Karten bezeichnen hier die Form, in der räumliche Informationen mental gespeichert werden. Unterschieden wird dabei zwischen Routenkarten (Orientierung aus der Ich-Perspektive) und Raumkarten (Orientierung durch Relationen, aus der Übersichtsperspektive). Die Linienwelt ist die geometrisch-mathematische Kommunikationsebene zwischen mentalen Karten und realer Welt, in die sich alle linienbasierten Raumdarstellungen einordnen. Die Entstehungsgeschichte der Linienwelt bildet sich in der Geschichte linearer Darstellungsformen mentaler Karten, also in Landkarten, Zeichnungen und unterschiedlichsten Formen von Projektionen ab. Diese reicht von den ersten Karten an steinzeitlichen Höhlenwänden über die *mappae mundi* des Mittelalters bis hin zu *Google Maps*.

Das Konzept einer Linienwelt geht einher mit der Vermessung der Welt und dem Verständnis der Welt als ein Ganzes, in das sich alle Dinge einsortieren. Ein anfänglicher Flickenteppich aus unterschiedlichsten Darstellungsformen ordnet sich im Laufe der Zeit über die Mathematik in ein geometrisches Raster, das in Form der Höhen- und Breitengrade jeden Ort der Erde erfasst, ohne diesen explizit vermessen zu haben. Die Entstehung der Linienwelt ist in dem Moment abgeschlossen, in dem das mathematische Verständnis der Welt mit dem Begreifen der Welt als solche gleichgesetzt wird. Die Linienwelt als mathematisch-geometrisches Verständnis der Welt bildet die Grundlage für Weltgestaltung im Großen und Kleinen auf der Basis mentaler Karten.

Die These eines *Betretens* der Linienwelt ergibt sich aus der Schnittstelle zwischen geometrischen Darstellungsformen und mentalen Karten. Mit der Herleitung der Linienwelt wurde gezeigt, dass die Entwicklung zeichnerischer Raumrepräsentationen hauptsächlich über

die abstrakten Ansichtsdarstellungen mentaler Raumkarten erfolgt ist. Die mentale Schnittstelle zeichnerischer Darstellungsmethoden basiert auf räumlicher und zeitlicher Abstraktion. Ein dem entgegengesetzter, immersiver Zugang entsteht durch die Entwicklung der Stereoskopie, die sich aus der Perspektivprojektion ableitet und damit auch Teil der Linienwelt ist. Jedoch rückt mit der Stereoskopie die Darstellung so nahe an den Menschen, dass die Bildebene durch das Fehlen räumlicher Distanz ihre Abstraktionsebene verliert. Die Immersion wird komplett, wenn durch die Digitalisierung der Zeichenebene auch die zeitliche Abstraktion abhandenkommt. Im virtuellen Raum ist die Interaktion mit der Linie echtzeitlich, sie kann direkt verändert und neu gezogen werden. Die Herleitung über die geometrischen Darstellungsmedien definiert stereoskopische Darstellungen als Teil der Linienwelt, jedoch entsteht durch das Wegfallen der räumlichen und zeitlichen Abstraktionsebenen eine Immersion, die als *Betreten* der Linienwelt verstanden werden kann.

Damit bildet sich für die Interaktion mit der Linie ein Kreisschluss zu ihren Anfängen. Die etymologische Herleitung und archäologische Phänomenologie zeigen eine Linie, die aus dem direkten lebensweltlichen Umgang entspringt. Diese Unmittelbarkeit wird nach einer langen Abstraktionsphase erst jetzt wieder durch Mixed Reality hergestellt. Dabei ist die Linie nicht mehr die gleiche wie in ihren Anfängen – der Kreisschluss bildet sich nicht in Bezug auf die Linie, sondern in Bezug auf die Interaktion mit ihr. Die Linie an sich ist heute immateriell und abstrakt geworden. In virtuellen Welten wird es aber wieder möglich, die abstrakte Linie, den Unterschied an sich, zu fassen, als wäre sie ein physisches Objekt.

Den Kern der neuen Interaktion bildet das Konzept des Rasters als Orientierungssystem. Indem alle anderen bisherigen Abstraktionsebenen durch die Immersion wegfallen, bietet das Raster die nötige Orientierung. Erst durch dieses System wird es möglich, das Potential der Gestaltung in virtuellen Welten auszuschöpfen. Die Linie ermöglicht in der virtuellen Welt eine unmittelbare Gestaltung mit immateriellen Liniensystemen, auf der Basis einer Raumorientierung durch das Raster.

Mit der Linie als Basis der visuellen Raumwahrnehmung konnte hergeleitet werden, dass die bisherige Interaktion mit der Linie über Repräsentationen mentaler Raumkarten stattgefunden hat, jedoch mit dem Betreten der virtuellen Welt (Linienwelt) der Zugang zu beidem, also mentalen Raum- und Routenkarten über die Linie möglich wird. Der daraus entstehende Kreisschluss zu den Anfängen der Linie macht es möglich, neue Interaktionen mit der Linie als lebensweltlich zu definieren und das Raster ins Zentrum virtueller Weltwahrnehmung und Gestaltung zu setzen.

Das Betreten der Linienwelt macht die Linie zur Darstellungs- schnittstelle von mentalen Raum- und Routenkarten. Es ist die nächste Iteration eines Begreifens der Welt über die Linie. Visuelle, lineare Darstellungsformen bilden die Kommunikation und Interaktionsschnittstellen zu diesen Raum- und Weltwahrnehmungen. Als Grundelement der visuellen Wahrnehmung erweitert sich damit der Anwendungsbereich der Linie. Bisherige geistige Konstrukte individueller Raumwahrnehmung werden echtzeitlich darstell- und kommunizierbar. Die Linie als konstruktivistischer, *visueller Unterschied, der den Unterschied macht*, wird zur universellen Grundlage virtueller Raumwahrnehmung, immersiver Interaktion und Kommunikation.

## 6 Literaturverzeichnis

---

- Aicher, Otl: *Die Welt als Entwurf*, Berlin, 2015.
- Alberti, Leon Battista: *Das Standbild – Die Malkunst – Grundlagen der Malerei/De Statua – De Pictura – Elementa Picturae*, hg. von Oskar Bätschmann, Darmstadt, 2011.
- Alberti, Leon Battista: *On Painting and On Sculpture. The Latin texts of De pictura and De statua*, hg. Von Cecil Grayson, London, 1972.
- Ambrose, Gavin/Paul Harris: *Designraster. Struktur oder Muster aus Linien, die als Gerüst für die Anordnung der Elemente eines Designs dienen*, München, 2008
- Arnold, Florian: »Die Dekonstruktion des Bildes«, in: Rodolphe Caillan/Tobias Dangel/Roberto Vinco (Hg.): *Die Tradition der negativen Theologie in der deutschen und französischen Philosophie*, Heidelberg, 2018, S. 341–370.
- Arnold, Florian: *Logik des Entwerfens. Geschichte, Methode und Gegenwart eines umstrittenen Designkonzepts*, Bielefeld, 2018.
- Atenza, Belen/Gene Kelly/Patrick McKay u.a. (Produzenten) J.A. Bayona /Wayne Che Yip/Charlotte Brändström (Regisseure): *Herr der Ringe, Die Ringe der Macht, Staffel 1, Folge 3, (Serie)*, 2022.
- Augustinus: *Vom Gottesstaat (De civitate dei)*, hg. von Carl Andresen, München, 2011.
- Bailey, Sean/Jeffrey Silver/Steven Lisberger (Produzenten), Joseph Kosinski (Regisseur). (2010), *Tron – Legacy* (Film), 2010.
- Barber, Peter: *The map book*, London, 2005.
- Bateson, Gregory/Hans G. Holl: *Geist und Natur. Eine notwendige Einheit*, Frankfurt a.M., 2017.

- Bateson, Gregory: Ökologie des Geistes. Anthropologische, psychologische, biologische und epistemologische Perspektiven, Frankfurt a.M., 1981.
- Bill, Max: »Die mathematische Denkweise in der Kunst unserer Zeit« in: Das Werk: Architektur und Kunst, Nr. 36, Heft 3, Winterthur, 1949, S. 86–91.
- Bill, Max: Punkt und Linie zu Fläche. Beitrag zur Analyse der malerischen Elemente, Zürich, 2016.
- Borries, Friedrich von: Weltentwerfen. Eine politische Designtheorie, Berlin, 2018.
- Bürdek, Bernhard E.: Design. Geschichte, Theorie und Praxis der Produktgestaltung, Basel, 2005.
- Büttner, Frank: Rezension von: »Samuel Y. Edgerton: Die Entdeckung der Perspektive«, in: Sehepunkte Heft 7/8, 2006, S. 1–7.
- Cennini, Cennino: Il Libro dell'arte, hg. von Neri Pozza, Vicenza, 1971.
- Deppner, Martin Roman: Design – disegno. Gegen eine Ästhetik des Vergessens, Bielefeld, 1995.
- Downs, Roger M./David W. Steadman: »Kognitive Karten und Verhalten im Raum. Verfahren und Resultate der kognitiven Kartographie«, in: Harro Schweizer (Hg.): Sprache und Raum, Stuttgart, 1985, S. 18–43.
- Dudenredaktion (Hg.): Duden – Deutsches Universalwörterbuch, Berlin, 2015.
- Dürer, Albrecht: Underweysung der Messung, mit dem Zirckel und richtscheyt. In Linien Ebenen vnd gantzen Corporen, Nürnberg 1538.
- Edgerton, Samuel Y.: The renaissance rediscovery of linear perspective, New York, 1975.
- Elam, Kimberly/Wolfgang Heuss: Proportion und Komposition. Geometrie im Design, New York, 2006.
- Ette, Ottmar: Alexander von Humboldt und die Globalisierung. Das Mobile des Wissens, Frankfurt a.M., Leipzig, 2009.
- Fechner, Gustav T.: Zur experimentalen Aesthetik, Leipzig, 1871.
- Field, Judith Veronica: The invention of infinity. Mathematics and art in the Renaissance, Oxford u.a., 1997.

- Foerster, Heinz von/Wolfram K. Köck: Sicht und Einsicht. Versuche zu einer operativen Erkenntnistheorie, Siegen, 1985.
- Foerster, Heinz von.: »Abbau und Aufbau«, in: Fritz B. Simon (Hg.) *Lebende Systeme. Wirklichkeitskonstruktionen in der systemischen Therapie*, Frankfurt a.M., 1997, S. 32–51.
- Germer, Helmut/Thomas Neeser (Hg.): *1D – The First Dimension. Zeichnen und Wahrnehmen – Ein Arbeitsbuch für Gestalter/Drawing and Perception – A Workbook for Designers*, Basel, 2013.
- Glaeser, Georg: *Geometrie und ihre Anwendungen in Kunst, Natur und Technik*, Berlin, 2014.
- Günzel, Stephan (Hg.): *KartenWissen. Territoriale Räume zwischen Bild und Diagramm*, Wiesbaden, 2012.
- Günzel, Stephan/Franziska Kümmerling: *Raum. Ein interdisziplinäres Handbuch*, Bremen, 2010.
- Harley, J. Brian/Woodward, David: *The History of Cartography*, Chicago, 1987.
- Hegel, Georg Wilhelm Friedrich: *Grundlinien der Philosophie des Rechts*, hg. von Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel, Frankfurt a.M. 1978.
- Heidegger, Martin: *Holzwege*, Frankfurt a.M., 1950.
- Herodot: *Historien*. 7. Buch. Griechisch/Deutsch, hg. von Kai Brodersen, Ditzingen, 2016.
- Hirdina, Heinz: »Design«, in: Karlheinz Barck, Martin Fontius, Dieter Schlenstedt, Burkhardt Steinwachs, Friedrich Wolfzettel (Hg.) *Ästhetische Grundbegriffe*, Stuttgart, 2001, S. 41–64.
- Holder, Eberhard: *Design. Darstellungstechniken. Ein Handbuch*. Studienausgabe, Augsburg, 1994.
- Humboldt, Alexander von: *Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung*, Stuttgart und Tübingen, 1862.
- Husserl, Edmund: *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendentale Phänomenologie. Eine Einleitung in die phänomenologische Philosophie*, hg. von Elisabeth Ströker, Hamburg, 2012.
- Jerald, Jason: *The VR book. Human-centered design for virtual reality*, New York, San Rafael, 2016.
- Kelly, George A.: *The psychology of personal constructs*, London, 1955.

- Kemp, Martin: *The science of art. Optical themes in western art from Brunelleschi to Seurat*, New Haven, 1990.
- Kemp, Wolfgang: »Disegno. Beiträge zur Geschichte des Begriffs zwischen 1547 und 1607«, in: *Marburger Jahrbuch für Kunstwissenschaft*. Band 19, 1974, S. 219–240.
- Klotz, Ulrich: »Logische Tiefe und freundliche Oberflächen: neue Mythen des Alltags« in: Bernhard E. Bürdek (Hg.), *Der digitale Wahn*, Frankfurt a.M., 2001, S. 17–21.
- Knauer, Roland: *Entwerfen und Darstellen. Die Zeichnung als Mittel des architektonischen Entwurfs*, Berlin, 2002.
- Kragenings, Fabian: *Prozess als Gestalt*, Bielefeld, 2022.
- Krauthausen, Karin/Omar W. Nasim: »Interview mit Moritz Epple. Zur Notation topologischer Objekte«, in: Karin Krauthausen/Omar W. Nasim (Hg.): *Notieren, Skizzieren. Schreiben und Zeichnen als Verfahren des Entwurfs*, Zürich, 2010, S. 119–138.
- Kudielka, Robert: *Aus, gezeichnet, zeichnen. Eine Ausstellung der Sektion Bildende Kunst [Ausstellung, Akademie der Künste]*, Berlin, 2009.
- Lalo. Charles: *Esquisse d'une esthétique musicale scientifique*, Paris, 1908.
- LaViola, Joseph J./Ernst Kruijff/Ryan P McMahan: *3D user interfaces. Theory and practice*, Boston u.a., 2017.
- Le Corbusier: *Kommende Baukunst*, übers. von Hans Hildebrandt, Stuttgart, Berlin, Leipzig, 1926.
- Liddell, Henry G./Robert Scott: *A Greek – English lexicon*, Oxford, 1996, S. 3634–3635.
- Luhmann, Niklas: *Die Wissenschaft der Gesellschaft*, Frankfurt a.M., 1990.
- Luhmann, Niklas: *Soziale Systeme. Grundriss einer allgemeinen Theorie*, Frankfurt a.M., 1984.
- Lynch, Kevin/Henni Korssakoff-Schröder/Richard Michael: *Das Bild der Stadt*, Gütersloh, Basel, 2001.
- Mainberger, Sabine/Esther Ramharter: *Linienwissen und Liniendenken*, Berlin, Boston, 2017.

- Maturana, Humberto R.: Erkennen: Die Organisation und Verkörperung von Wirklichkeit. Ausgewiesene Arbeiten zur Biologie, Epistemologie, Braunschweig, Wiesbaden, 1982.
- McCulloch, Warren S.: Embodiments of Mind, Cambridge Mass., 1970.
- Mittelstraß, Jürgen (Hg.): Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, Bd. 4, Stuttgart, 1995, S. 449.
- Monmonier, Mark Stephen: Eins zu einer Million. Die Tricks und Lügen der Kartographen, Basel, 1996.
- Müller-Brockmann, Josef: Grid systems in graphic design. A visual communication manual for graphic designers, typographers and three dimensional designers = Rastersysteme für die visuelle Gestaltung, Niederteufen, 1981.
- o.A. »virtual reality«, in Merriam-Webster online dictionary 2022, URL <https://www.merriam-webster.com/dictionary/virtual%20reality> vom. 15.12.2022.
- Panofsky, Erwin: Idea. Ein Beitrag zur Begriffsgeschichte der älteren Kunsttheorie, Berlin, 1960.
- Pape, Wilhelm: Handwörterbuch der griechischen Sprache. Braunschweig 1914.
- Pfeifer, Wolfgang et al.: Etymologisches Wörterbuch des Deutschen, Berlin, 1993.
- Pfister, Max: Einführung in die romanische Etymologie, Darmstadt, 1980.
- Piaget, Jean: Der Aufbau der Wirklichkeit beim Kinde, Stuttgart, 1998.
- Platon: Der Staat (Politeia), hg. von Karl Vretska, Stuttgart, 2015.
- Platon: Menon. Griechisch/deutsch, hg. von Margarita Kranz, Stuttgart, 2010.
- Reese-Schäfer, Walter: Luhmann zur Einführung, Hamburg, 1992.
- Riecke, Jörg (Hg.): Duden – das Herkunftswörterbuch. Etymologie der deutschen Sprache, Berlin, 2014.
- Roger Hart/Gary T. Moore: »The Development of Spatial Cognition: A Review«, in: Roger M. Downs (Hg.), Image and environment. Cognitive mapping and spatial behavior, London, 1973, S. 246-288.

- Roth, Gerhard: »Wir selbst sind Konstrukte«, in: Bernhard Pörksen (Hg.), *Die Gewissheit der Ungewissheit. Gespräche zum Konstruktivismus*, Heidelberg, 2002. S. 139–165
- Rotzler, Willy: *Konstruktive Konzepte. Eine Geschichte der konstruktiven Kunst vom Kubismus bis heute*, Zürich, 1995.
- Schlögel, Karl: *Im Raume lesen wir die Zeit. Über Zivilisationsgeschichte und Geopolitik*, München, 2004.
- Schneider, Birgit: »Linien als Reisepfade der Erkenntnis. Alexander Humbolds Isothermenkarte des Klimas«, in: Stephan Günzel (Hg.), *KartenWissen. Territoriale Räume zwischen Bild und Diagramm*, Wiesbaden, 2012. S. 175–200
- Schneider, Ute: *Die Macht der Karten. Eine Geschichte der Kartographie vom Mittelalter bis heute*, Darmstadt, 2004.
- Schwer, Thilo/Kai Vöckler: *Der Offenbacher Ansatz. Zur Theorie der Produktsprache*, Bielefeld, 2021.
- Scriba, Christoph J./Peter Schreiber: *5000 Jahre Geometrie. Geschichte, Kulturen, Menschen*, Berlin, Heidelberg, 2010.
- Semff, Michael (Hg.): *Die Gegenwart der Linie. Eine Auswahl neuerer Erwerbungen des 20. und 21. Jahrhunderts der Staatlichen Graphischen Sammlung München*; [Ausstellungskatalog, Pinakothek der Moderne], München, 2009.
- Sherman, William R./Alan B.Craig: *Understanding Virtual Reality. Interface, Application, and Design*, San Francisco, 2002.
- Siegert, Bernhard: »Weiße Flecken und finstre Herzen«. Von der symbolischen Weltordnung zur Weltentwurfsordnung, in: Daniel Gethmann/Susanne Hauser (Hg.), *Kulturtechnik Entwerfen. Praktiken, Konzepte und Medien in Architektur und Design Science*, Bielefeld, 2009, S. 19–48.
- Simon, Fritz B.: *Einführung in Systemtheorie und Konstruktivismus*, Heidelberg, 2017.
- Simons, Katrin: *EL LISSITZKY PROUN 23 N oder der Umstieg von der Malerei zur Gestaltung*, Frankfurt a.M. u.a. 1993.
- Sommer, Manfred: *Von der Bildfläche. Eine Archäologie der Lineatur*, Berlin, 2016.
- Spencer-Brown, George: *Laws of form*, New York, 1969.

- Steffen, Dagmar/Bernhard E. Bürdek/Volker Fischer/Jochen Gros: Design als Produktsprache. Der »Offenbacher Ansatz« in Theorie und Praxis, Frankfurt a.M., 2000.
- Stevenson, Angus/Judy Pearsall, (Hg.): Oxford dictionary of English, Oxford, 2010.
- Stückelberger, Alfred: »Erfassung und Darstellung des geographischen Raumes bei Ptolemäus«, in: Stephan Günzel (Hg.): KartenWissen. Territoriale Räume zwischen Bild und Diagramm, Wiesbaden, 2012, S. 63–79.
- Sutherland, Ivan E.: »The Ultimate Display«, in: Kalenich, Wayne (Hg.): Proceedings of the International Federation of Information Processing Congress 1965, Jg. 2, Washington, London, 1966, S. 506–508.
- Tenzer, F.: »Weltweit meistverkaufte Videospiele bis Dezember 2022«, in URL: [https://de.statista.com/statistik/daten/studie/36854/umfrage/verkaufszahlen-der-weltweit-meistverkauften-videospielen/vom 15.12.2022](https://de.statista.com/statistik/daten/studie/36854/umfrage/verkaufszahlen-der-weltweit-meistverkauften-videospielen/vom-15.12.2022).
- Tolman, Edward C.: Purposive behavior in animals and men, New York, 1932.
- Vasari, Giorgio: Das Leben des Tizian, hg. von Alessandro Nova, Berlin, 2005.
- Vasari, Giorgio: Einführung in die Künste der Architektur, Bildhauerei und Malerei, hg. von Alessandro Nova, Berlin, 2006.
- Vasari, Giorgio: Le vite de' più eccellenti pittori, scultori e architettori (Lebensbeschreibungen der berühmtesten Maler, Bildhauer und Architekten), Florenz, 1550.
- Vitruv: Zehn Bücher über Architektur, Darmstadt, 1981.
- Waldenfels, Bernhard: »Arbeit am Rechteck« [Buchbesprechung über Manfred Sommer »Von der Bildfläche«], in: Philosophische Rundschau, 64, 2017, S. 5–17.
- Webster's new universal unabridged dictionary, New York, 1994.
- Wiesing, Lambert: Die Sichtbarkeit des Bildes. Geschichte und Perspektiven der formalen Ästhetik, Frankfurt a.M., 2008.
- Wittgenstein, Ludwig: Philosophische Untersuchungen, Frankfurt a.M., 1971.
- Xenophon: Hellenika, hg. von Wolfgang Will, Wiesbaden, 2016.



## 7 Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1: Links- und rechtshändige Koordinatensysteme, eigene Abbildung

Abbildung 2: Projektionsbeispiel Kopf, Albrecht Dürer, Hjerinn sind begriffen vier biicher Von menschlicher Proportion, Nürnberg, 1528, S. 229–230

Abbildung 3: Projektionsbeispiel Würfel, in Albrecht Dürer: Hjerinn sind begriffen vier biicher Von menschlicher Proportion, Nürnberg, 1528, S. 263

Abbildung 4: Zeichner und Akt, in Albrecht Dürer: Underweysung der Messung, mit dem Zirckel und richtscheyt. In Linien Ebenen und gantzen Corporen, 2. Auflage, Nürnberg, 1538, S. 188

Abbildung 5: Die Bedolina Karte, Le Orme dell'Uomo – Footsteps of Man (archäologische Vereinigung): Die allgemeine archäo-ikonographische Erfassung der Bedolina-Karte (1996), hochgeladen auf: <https://www.europreart.net> (Online-Datenbank für europäische prähistorische Kunst) zuletzt abgerufen: 17.12.2022

Abbildung 6: Andrea del Verrocchio: Bemaßte Zeichnung eines nach Links blickenden Pferdes, Florence, ca. 1480–1488

Abbildung 7: Leonardo da Vinci: Vitruvianischer Mensch, Florence, 1492

Abbildung 8: London to High Wycombe, John Cary: Cary's Survey of the High Roads from London, London, 1790. Bereitgestellt durch: David Rumsey Map Collection, David Rumsey Map Center, Stanford Libraries.

# Architektur und Design



Pierre Smolarski

## Designrhetorik

Zur Theorie wirkungsvollen Designs

2022, 416 S., kart.,

134 SW-Abbildungen, durchgängig zweifarbig

29,00 € (DE), 978-3-8376-5933-7

E-Book: kostenlos erhältlich als Open-Access-Publikation

PDF: ISBN 978-3-8394-5933-1



Bianca Herlo, Daniel Irrgang,  
Gesche Joost, Andreas Unteidig (eds.)

## Practicing Sovereignty

Digital Involvement in Times of Crises

2022, 430 p., pb., col. ill.

35,00 € (DE), 978-3-8376-5760-9

E-Book: available as free open access publication

PDF: ISBN 978-3-8394-5760-3



Christoph Rodatz, Pierre Smolarski (Hg.)

## Wie können wir den Schaden maximieren?

Gestaltung trotz Komplexität.

Beiträge zu einem Public Interest Design

2021, 234 S., kart.

29,00 € (DE), 978-3-8376-5784-5

E-Book: kostenlos erhältlich als Open-Access-Publikation

PDF: ISBN 978-3-8394-5784-9

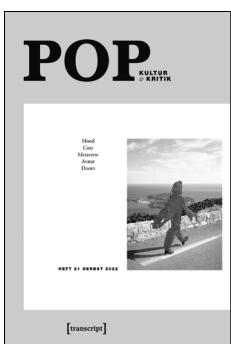
**Leseproben, weitere Informationen und Bestellmöglichkeiten  
finden Sie unter [www.transcript-verlag.de](http://www.transcript-verlag.de)**

# Architektur und Design



Tim Kammasch (Hg.)  
**Betrachtungen der Architektur**  
Versuche in Ekklesia

2020, 326 S., kart., 63 SW-Abbildungen  
30,00 € (DE), 978-3-8376-4994-9  
E-Book:  
PDF: 29,99 € (DE), ISBN 978-3-8394-4994-3



Thomas Hecken, Moritz Baßler, Elena Beregow,  
Robin Curtis, Heinz Drügh, Mascha Jacobs,  
Annekathrin Kohout, Nicolas Pethes, Miriam Zeh (Hg.)  
**POP**  
Kultur und Kritik (Jg. 11, 2/2022)

2022, 180 S., kart.  
16,80 € (DE), 978-3-8376-5897-2  
E-Book:  
PDF: 16,80 € (DE), ISBN 978-3-8394-5897-6



Christophe Barlieb, Lidia Gasperoni (Hg.)  
**Media Agency –**  
**Neue Ansätze zur Medialität in der Architektur**

2020, 224 S., Klappbroschur, 67 SW-Abbildungen  
29,99 € (DE), 978-3-8376-4874-4  
E-Book: kostenlos erhältlich als Open-Access-Publikation  
PDF: ISBN 978-3-8394-4874-8

**Leseproben, weitere Informationen und Bestellmöglichkeiten  
finden Sie unter [www.transcript-verlag.de](http://www.transcript-verlag.de)**

