

Universität Hamburg  
Fakultät für Mathematik,  
Informatik und Naturwissenschaften

## Diplomarbeit

# Visualisierung soziotechnischer Prozesse unter Verwendung der Konzepte des Mikropolis-Modells

Vorgelegt von:

Axel Sylvester

Matr.-Nr. 5225322

9sylvest@informatik.uni-hamburg.de

Studiengang Wirtschaftsinformatik

genehmigtes Abgabedatum: 29. Juli 2008

---

Erstgutachter: Prof. Dr. Arno Rolf, Department Informatik

Zweitgutachterin: Prof. Dr. Ingrid Schirmer, Department Informatik



# Vorwort

Ich danke meinen Eltern Ingo und Heike Sylvester und Frau Tanja Döring von ganzem Herzen für ihre Unterstützung durch hilfreiche thematische Gespräche, Korrekturen und wertvolle Hinweise. Ihr seid großartig! Mein persönlicher Dank gilt auch meinen Betreuern und Gutachtern Herrn Prof. Dr. Arno Rolf und Frau Prof. Dr. Ingrid Schirmer, den Mitgliedern des Mikropolis-Netzwerks, hier insbesondere Paul Drews, Marcel Morisse, João Porto de Albuquerque, Edouard Simon und Jan Wahoff sowie meinen Kommilitonen und Freunden Lars Westphal, Roland Schröder-Kroll, Dirk Bade, Stephanie Knab, Frank Höger, Thomas Schmidt, Kolja Wilcke und Markus Kramer für zahlreiche gute Diskussionen, das Interesse an meinen Vorträgen, Hinweise auf wichtige Forschungsthemen und die Beantwortung von Fachfragen der unterschiedlichsten Disziplinen.



# Zusammenfassung

Computernutzung beschleunigt und verstärkt den gesellschaftlichen Wandel, dessen Ursachen hochgradig vernetzt und dynamisch sind. Wer den Wandel gestalten will, muss die Zusammenhänge darstellen, untersuchen und verstehen können. Das transdisziplinäre Vorgehen der Mikropolis-Sichtweise hilft dabei, indem es wissenschaftliche Erkenntnisse aus anderen Disziplinen berücksichtigt und weitere Fachvertreter einbezieht. Das Wechselspiel zwischen Menschen, Organisationen und IT kann dargestellt und untersucht werden. Ziel dieser Arbeit ist es, soziotechnische Prozesse zu visualisieren. Durch den Terminus „soziotechnisch“ wird dabei der wechselseitig aufeinander bezogene Charakter sozialer und technischer Aspekte eines Prozesses fokussiert. Es soll eine geeignete Form der Darstellung von Handlungen, die auf der Verknüpfung sozialer Handlungen und technischer Nutzung basieren, gefunden werden. Insbesondere die langfristigen Wirkungen der durch Informationstechniknutzung verstärkten, verbesserten oder beschleunigten sozialen Handlungen einzelner Akteure sollen aufgezeigt werden. Bisher geben im Mikropolis-Kontext schematische Illustrationen einen Überblick über den zu beschreibenden Kontext und stellen Dynamik und Querbezüge dar. Diese Arbeit zielt darauf ab, Visualisierungen im Rahmen der Mikropolis-Sichtweise dahingehend zu verbessern, dass sie sich gut in Bezug zu bekannten Methoden der Visualisierung setzen lassen und ihre Notation dabei eindeutig und weitgehend selbsterklärend wird. Hierfür wurde ein an der Kartographie orientiertes visuelles Rahmenwerk entwickelt. Es dient als Grundlage für Analysen, bei denen Zusammenhänge und nicht offensichtliche Einflüsse aufgezeigt werden. Die Auswirkung von IT-Nutzung soll dadurch verdeutlicht werden und gefundene Ergebnisse sollen sich besser veröffentlichen lassen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Visualisierung soziotechnischer Prozesse in einer vernetzten Welt</b>	<b>1</b>
1.1	Soziotechnische Zusammenhänge der Informatisierung und Globalisierung . . . . .	2
1.1.1	Soziotechnische Prozesse als Bindeglied zwischen Mensch, Technik und Organisation . . . . .	3
1.1.2	Die Mikropolis-Sichtweise – eine kurze Vorstellung . . . . .	7
1.1.3	Visuelle Darstellungen im Mikropolis-Modell . . . . .	8
1.2	Inhalt und Struktur dieser Arbeit . . . . .	8
1.2.1	Herausforderungen und Ziele der Arbeit . . . . .	8
1.2.2	Aufbau und methodisches Vorgehen . . . . .	11
<b>2</b>	<b>Visualisierungstechniken</b>	<b>13</b>
2.1	„Visualisierung“ - im Allgemeinen . . . . .	13
2.1.1	Formen der Visualisierung . . . . .	13
2.1.2	Quantitative versus qualitative Visualisierung . . . . .	15
2.2	Analyse ausgewählter Visualisierungstechniken . . . . .	16
2.2.1	Vorstellung der Visualisierungstechniken . . . . .	18
2.2.2	Ergebnisse der Analyse . . . . .	38
2.3	Eignung von Visualisierungstechniken zur Darstellung soziotechnischer Prozesse . .	44
2.3.1	Multiperspektivische Visualisierungstechniken . . . . .	44
2.3.2	Anforderungen an Visualisierungen im Rahmen der Mikropolis-Sichtweise .	45
2.3.3	Einordnung von Visualisierungstechniken in die Begriffswelt der Mikropolis- Sichtweise . . . . .	50
<b>3</b>	<b>Kartographie als Ausgangspunkt für die Visualisierung soziotechnischer Prozesse</b>	<b>53</b>
3.1	Motivation . . . . .	53
3.1.1	Zum Unterschied zwischen Abbildung und Kartographie . . . . .	56
3.2	Kartographie als Vorbild . . . . .	58
3.2.1	Kulturtechnik des Kartenlesens . . . . .	58
3.2.2	Eigenschaften von geographischen Karten . . . . .	62
3.3	Karten für die digitale Welt – die Softwarekartographie . . . . .	71
3.4	Die „soziotechnische Karte“ in der Literatur . . . . .	72

<b>4</b>	<b>Konzeption der soziotechnischen Karte</b>	<b>75</b>
4.1	Ausgangspunkte für die Konzeption der soziotechnischen Karte . . . . .	75
4.1.1	Der Beitrag der Mikropolis-Sichtweise . . . . .	76
4.1.2	Ziele der soziotechnischen Karte . . . . .	77
4.2	Elemente und Struktur . . . . .	79
4.2.1	Soziotechnische Systeme – die zentralen Elemente der soziotechnischen Karte	79
4.2.2	Spezifizierung der Komponenten eines soziotechnischen Systems . . . . .	81
4.2.3	Das Milieu eines soziotechnischen Systems . . . . .	85
4.2.4	Potentielle Daten für eine soziotechnische Kartierung . . . . .	86
4.2.5	Verortung der Inhalte bei soziotechnischen Karten . . . . .	89
4.3	Übertragung der Merkmale geographischer Karten auf soziotechnische Karten . . .	90
4.3.1	Das Thema einer Karte . . . . .	91
4.3.2	Der Kartenmaßstab . . . . .	92
4.3.3	Elemente der soziotechnischen Karte . . . . .	95
4.3.4	Gliederung der Elemente innerhalb einer Darstellung . . . . .	102
4.3.5	Der Kartengrund . . . . .	103
4.3.6	Positionierung der Elemente zueinander . . . . .	105
4.3.7	Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen einzelnen Elementen . . . . .	108
4.4	Abschließende Bemerkungen . . . . .	109
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>113</b>
5.1	Ergebnisse der Arbeit . . . . .	113
5.2	Ausblick auf die Weiterentwicklung der soziotechnischen Karte . . . . .	116
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>117</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>129</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>130</b>



# 1 Visualisierung soziotechnischer Prozesse in einer vernetzten Welt

Ein Mathematiker, ein Physiker und ein Biologe beobachten, dass in einen Bus 10 Leute einsteigen und an der nächsten Haltestelle 11 aussteigen. Ihre Kommentare dazu: Der Biologe: „Die müssen sich unterwegs vermehrt haben.“ Der Physiker: „10% Messtoleranz müssen halt drin sein.“ Der Mathematiker: „Wenn jetzt wieder einer reingeht, ist der Bus leer.“

Computernutzung beschleunigt und verstärkt den gesellschaftlichen Wandel, dessen Ursachen hochgradig vernetzt und dynamisch sind. Wer den Wandel gestalten will, muss die Zusammenhänge darstellen, untersuchen und verstehen können. Das transdisziplinäre Vorgehen der Mikropolis-Sichtweise<sup>1</sup> hilft dabei, indem es wissenschaftliche Erkenntnisse aus unterschiedlichen Disziplinen berücksichtigt. Um das Wechselspiel zwischen Menschen, Organisationen und IT darstellen und besser diskutieren zu können, werden im Rahmen der Mikropolis-Sichtweise Visualisierungen erstellt. Bislang orientieren sich diese nicht an klaren Konventionen, so dass ihre Elemente für den Betrachter nicht selbsterklärend sind. Zudem ist es für die Ersteller von Visualisierungen z.B. schwierig, Elemente in sich konsistent individuell zu kombinieren und Wechselwirkungen verständlich darzustellen. Die Arbeit untersucht die Visualisierungen im Kontext der Mikropolis-Sichtweise, setzt sie konsequent in Bezug zu anderen Visualisierungstechniken und erarbeitet ein visuelles Rahmenwerk auf der Basis kartographischer Verfahren. Dieses Kapitel liefert im ersten Teil eine Einführung in den Hintergrund der Arbeit (Unterkapitel 1.1) und stellt im zweiten Teil Inhalt und Struktur dieser Arbeit vor (Unterkapitel 1.2).

---

<sup>1</sup>In der Mikropolis-Forschungsgruppe wurde vor Kurzem beschlossen, statt des Begriffs „Mikropolis-Modell“ den Begriff „Mikropolis-Sichtweise“ zu verwenden. In dieser Arbeit werden beide Begriffe synonym gebraucht.

## 1.1 Soziotechnische Zusammenhänge der Informatisierung und Globalisierung

Vermehrte Nutzung von Informationstechnik (IT) im beruflichen und im privaten Bereich führt in vielen Fällen zu einem rasanten gesellschaftlichen oder organisatorischen Wandel. Insbesondere durch die Verflechtungen der Informationstechnik untereinander ergibt sich für einzelne Akteure ein überproportional mächtiger Einfluss auf die Gestaltung der Gesellschaft und deren Wandel. Nicht immer ist dies den Akteuren bewusst. Selbst denjenigen, die sich über die Bedeutung der Informationstechnik im Klaren sind, fällt es schwer, sich angesichts der Komplexität gesellschaftlicher und sozialer Entwicklungen ein Bild der Zukunft zu machen. Wer vermag zu sagen, welche gesellschaftlichen, ökologischen und technischen Auswirkungen die Globalisierung haben wird? Welche Vor- und Nachteile würden mit einer technisch bereits möglichen Verknüpfung personen- und produktbezogener Daten<sup>2</sup> einhergehen? Wie sieht die Arbeitswelt von morgen angesichts von *Social Software*<sup>3</sup> und Serviceorientierung aus? Welche Herausforderungen kommen auf die Gesellschaft durch Computerkids und Ballerspiele zu?

Bezeichnend bei all diesen Fragen ist der Einfluss der Informationstechnik. In vielen Fällen sind die hinter einem Phänomen stehenden Abläufe durch den Computer überhaupt erst möglich. Computereinsatz geht oft mit einem massiven Wandel von Abläufen und Handlungsoptionen einher. Im Erfolgsfall wird dieser Wandel mit dem Begriff *Innovation* bezeichnet, im Fall des Scheiterns wird auf höhere Gewalt oder auf außerhalb des Einflussbereichs liegende Umstände verwiesen. Doch wer steckt hinter all diesen technischen Entwicklungen und wer gibt die Richtung vor? Würde man Informationstechnik als die alleinige Kraft für gesellschaftlichen oder organisatorischen Wandel sehen, wäre dies zu kurz geschlossen. Heutige gesellschaftliche Abläufe sind in einem hohen Maße in sich verzahnt und werden in vielen Fällen durch den Einsatz von Computern in ihrer Wirkung verstärkt und beschleunigt. Ursache und Wirkung werden dadurch intransparent.

---

<sup>2</sup>Bspw. durch die Verbindung der Daten von EC-Karten-Einkäufen, der Gesundheitskarte, der ePass-Nutzung, Internetnutzung und Speicherung der Verbindungsdaten, Analyse des Kauf- und Nutzungsverhaltens mithilfe der RFID-Technologie.

<sup>3</sup>*Social Software* ist ein Sammelbegriff für meist asynchrone computergestützte soziale Interaktion, oft auf Basis öffentlicher oder semiöffentlicher Internetplattformen. Als Beispiele können *Online-Communities* (XING, StudiVZ, Facebook, etc.), virtuelle Welten, Wikis, Blogs und Anwendungen für gemeinschaftliches Indexieren (del.icio.us, flickr, youtube, etc.) genannt werden.

Entwicklung und Nutzung von Informationstechnik ist geprägt durch Macht, Wissen, Finanzmittel und technisches Know-how. Die Entwicklung und Nutzung von IT wird somit geprägt durch zahlreiche Einflüsse, die ihren Ursprung außerhalb der Informatikdomäne haben, und die IT hat ihrerseits Auswirkungen auf das organisatorische und gesellschaftliche Leben. Entwicklung und Nutzung von Informationstechnik können langfristig positive wie negative gesellschaftliche, ökologische, gesundheitliche und finanzielle Auswirkungen haben. Eine systematische Analyse von aktuellen gesellschaftlichen Entwicklungen, insbesondere vor dem Hintergrund des Einflusses von Informationstechnik, birgt daher viel Potential zur Erklärung gesellschaftlichen Wandels.

Die Beschäftigung mit gesellschaftlichen Auswirkungen der IT-Nutzung dient jedoch nicht nur dem reinen wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn, auch Software- und Organisationsentwickler sollten Faktoren, die außerhalb ihres Fachbereichs liegen, in ihrer Arbeit berücksichtigen und sich über die Folgen ihres Handelns bewusst sein. Um den Software- und Organisationsentwicklungsprozess angemessen zu gestalten, ist es sinnvoll, ein Problem aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten und den Dialog mit den Fachleuten anderer Disziplinen zu suchen.

### **1.1.1 Soziotechnische Prozesse als Bindeglied zwischen Mensch, Technik und Organisation**

Der Begriff „soziotechnisch“ wird in der Literatur meist in Zusammenhang mit dem Begriff „System“ verwendet ([Herbst, 1974, S. 11], [Cherns, 1976, S. 784], [Oppelland, 1982, S. 17]). Bezeichnend für ein soziotechnisches System ist, dass seine besonderen Eigenschaften aus der Kombination und dem Zusammenwirken sozialer und technischer Elemente herrühren. Für eine Analyse eines soziotechnischen Systems wird es in einzelne zu erledigende Arbeitsaufgaben zerlegt. Die Arbeitsaufgabe ist Schnittpunkt zwischen Organisation und Individuum sowie Kern eines soziotechnischen Systems (vgl. [Ulich, 2001, S. 190]). Charakteristisch ist hierbei die Erkenntnis, dass es auf Seiten des sozialen Systems durch das Verwenden einer bestimmten Technik zu technikummanenten Abhängigkeiten zwischen den Arbeitsaufgaben kommen kann. In einem solchen Fall beeinflusst das technische System das Handeln des sozialen Systems (vgl.

[Herbst, 1974, S. 4]). Die Verbesserung des technischen Systems zieht demnach eine Anpassung des sozialen Systems nach sich und vice versa [Herbst, 1974, S. 7].

Die **soziale Komponente** des Systems wird durch das Handeln der Akteure<sup>4</sup> beschrieben. Die **technische Komponente** wird in der Literatur in zahlreichen Variationen beschrieben. Die, die Idee des strukturellen Zusammenhangs von technischer und sozialer Entwicklung prägenden Autoren Trist und Bamforth untersuchten die Arbeitsbedingungen, die Motivation und Produktivität von Bergleuten nach einer durch technisch-organisatorische Rationalisierungspotentiale getriebenen Reorganisation der Arbeit (vgl. [Trist und Bamforth, 1951, S. 264]). Hier wird die technische Komponente durch fest vorgeschriebene, aufeinander folgende Einzelaufgaben beschrieben. Der einzelne Arbeiter hatte in dem untersuchten Fall bei dieser Arbeitsorganisation keine Wahl der (technischen) Hilfsmittel und auch keinen Einfluss auf Reihenfolge und Durchführung der Arbeitsschritte. Dies führte zu massiven psychologischen und sozialen Problemen und äußerte sich in hohen Fehlzeiten und einer unterdurchschnittlichen Produktivität (vgl. [Rieckmann, 1982, S. 49]).

In der Regel wird die Gesamtheit der physikalischen Rahmenbedingungen von Arbeit als technische Komponente des soziotechnischen Systems aufgefasst. So lässt sich die Gesamtheit der Betriebsmittel sowie der technischen und räumlichen Bedingungen der Arbeit in dem Begriff *technisches Teilsystem* subsumieren (vgl. [Rieckmann, 1982, S. 57] , [Ulich, 2001, S. 187]).

Herbst [1974] zeichnet die wissenschaftliche Forschung zu soziotechnischen Systemen nach und berichtet, dass zunächst davon ausgegangen wurde, dass Änderungen in der Arbeitsorganisation entweder von Änderungen des sozialen, des ökonomischen oder des technischen Systems abhingen. Bis dato wurde das technische System darüber hinaus als gegeben angesehen [Herbst, 1974, S. 6]. 1966 entwickelte sich die (bis dahin noch theoretische) Erkenntnis der gemeinsamen Optimierung des technischen und des sozialen Systems. Einige Jahre später wird in der Literatur keine derart scharfe Trennung mehr zwischen sozialem System auf der einen und technischem System auf der anderen Seite gesehen. Cherns geht später sogar soweit zu sagen, alle Organisationen seien soziotechnische Systeme [Cherns, 1976, S. 784]. Laut Rieckmann sind die sozialen

---

<sup>4</sup>Unter einem Akteur versteht man gemäß ihrer Interessen und Wertvorstellungen agierende Einzelpersonen oder Gruppen von Personen. Durch ihr koordiniertes Handeln werden Allianzen oder Konkurrenzen zu anderen Akteuren aufgebaut, und es entstehen Abgrenzungen und Beziehungen zu anderen Akteuren (vgl. [Rolf, 1998, S. 30-31], [Simon et al., 2006, S. 474]).

und technologischen Aspekte einer Organisation „ganzheitlich aufeinander bezogen und können nicht isoliert betrachtet und verstanden werden“ [Rieckmann, 1982, S. 52]. Oppelland konkretisiert diese Aussage in Bezug auf Informationssystementwicklung und weist darauf hin, dass der Erfolg bei der Entwicklung bzw. der Auswahl verfügbarer Software und deren Einführung im Unternehmen von zwei Faktoren beeinflusst wird: von dem Entwurf sowie der Realisierung von Hard- und/oder Software und „ganz wesentlich auch von der geeigneten Berücksichtigung der Benutzer (Anwender) des Informationssystems und der Charakteristik der Mensch-Maschine-Kommunikation“ [Oppelland, 1982, S. 13]. Technologisches und ökonomisches Wissen auf der einen Seite und soziologisches und psychologisches Wissen auf der anderen Seite müssen, so Oppelland, bei der Entwicklung und Anwendung soziotechnischer Systeme „aufeinander bezogen zur Wirkung gelangen“ [Oppelland, 1982, S. 17]. Die Realität der Informationssystementwicklung am Beispiel der Management-Informationssysteme rekapituliert Rolf und zieht für die Akzeptanz des soziotechnischen Systemansatzes von Seiten der Entscheider ein negatives Resümee [Rolf, 1998, S. 51].

Wie oben bereits erwähnt, wird in der Literatur der Begriff „soziotechnisch“ meist im Zusammenhang mit dem Begriff „System“ verwendet. Um eine Übertragbarkeit der vorstehend benannten Charakteristik soziotechnischer Systeme auf den Begriff „soziotechnischer Prozess“ zu zeigen, werde ich im Folgenden den in der Literatur verwendete Systembegriff darstellen.

Im Rahmen des soziotechnischen Ansatzes werden Organisationen als „Systeme geordneter Aktivitäten“ ([Rieckmann, 1982, S. 52], vgl. [Miller und Rice, 1967, S. 40]) aufgefasst. Die Systeme sind wechselseitig abhängig untereinander vermascht und unterteilt in Subsysteme, die entweder strukturell oder funktional ausgerichtet sind. Sie beziehen sich zweckorientiert auf eine Primäraufgabe und leisten ihre Beiträge zur Zielerreichung des Systems (vgl. [Rieckmann, 1982, S. 52]).

In der Literatur zu soziotechnischen Systemen hat ein Wandel von einer Dreiteilung (soziales Teilsystem, technisches Teilsystem, Aufgabe) (vgl. bspw. [Bostrom und Heinen, 1976, S. 9]) hin zu einer differenzierteren Unterteilung stattgefunden. Zur Analyse wird inzwischen die Unterteilung in Mensch, Technik, Organisation, Aufgabe und Umwelt vorgenommen (vgl. [Ulich, 1997, S. 10], [Rolf et al., 2008, S. 110-114, 116], [Alter, 2002b, S. 90-94]). Auch in Orlikowski und Robeys *Structurational Model of Information Technology* findet sich eine ähnliche Einteilung. Hier werden die Begriffe *Human Actors*,

*Information Technology* und *Institutional Properties* verwendet [Orlikowski und Robey, 1991, S. 14].

Die drei Bereiche Mensch, Technik, Organisation lassen sich nur schwer isoliert betrachten. Sie stehen miteinander in Verbindung und bedingen sich gegenseitig. Ein Individuum ist Teil einer Organisation. Technik kann nicht isoliert betrachtet werden. Erst durch die Anwendung von Technik durch den Einzelnen kommt sie zur Wirkung. Bei einer Analyse müssen folglich alle drei Bereiche simultan untersucht werden. Als (analytisches) Bindeglied zwischen den Bereichen Mensch, Technik, Organisation wird in der Literatur die Aufgabe (engl. *Task*) verwendet (vgl. u.a. [Rieckmann, 1982, S. 52, 55], [Bostrom und Heinen, 1976, S. 9], [Ulich, 2001, S. 84]). Dabei wird davon ausgegangen, dass ein jedes System auf die Erfüllung einer Primäraufgabe ausgerichtet ist. Sekundäraufgaben stellen den Erhalt des Systems und dessen Weiterentwicklung sicher (vgl. [Strohm, 1997, S. 137]). Die Primäraufgabe wird durch die Transformation eines gegebenen *Input* zu einem definierten *Output* beschrieben. Ein soziotechnisches System kann innerhalb seiner Grenzen diesen Transformationsprozess variieren, um beispielsweise auf Schwankungen und Störungen reagieren zu können. Diese – Äquifinalität genannte – Eigenschaft bezeichnet die Fähigkeit eines offenen Systems „auch bei verschiedenen Ausgangssituationen noch über Einsatz unterschiedlicher Mittel und Wege das gleiche Ziel zu erreichen“ ([Rieckmann, 1982, S. 53]). Abbildung 1.1 gibt einen Überblick über die beschriebenen Elemente.

Aus dem soziotechnischen Systemansatz ist für diese Arbeit insbesondere der oben beschriebene Transformationsprozess (*input - conversion - output*) von Interesse. Ein Prozess ist eine natürliche oder künstlich erzeugte Sequenz von Änderungen der Eigenschaften oder Werte eines Objektes oder Systems. Sie lassen sich als eine durch ein Ereignis ausgelöste inhaltlich abgeschlossene, zeitliche und sachlogische Folge von Aktivitäten und/oder Zuständen, die in einen Endzustand mündet, definieren. (vgl. [Becker und Kahn, 2005, S. 6-8], [Rolf, 1998, S. 69]) Konzeptionell wird, insbesondere im Unternehmenskontext, von Kernprozessen und unterstützenden Prozessen gesprochen. Die Kernprozesse beschreiben eine Abfolge von Aktivitäten, die zur Erbringung einer Leistung für Abnehmer beziehungsweise Kunden durchgeführt werden. Unterstützende Prozesse stellen die Rahmenbedingungen für diese Leistungserbringung bereit [Rolf, 1998, S. 77]. Die Aufgaben einzelner Prozesse lassen sich darüber hinaus in Routine- und Sonderfälle einteilen [Rolf, 1998, S. 73]. Eine Prozesssichtweise richtet die Abfolge von Aktivitäten an der gewünschten Leistungserbringung aus. Prozesse integrieren

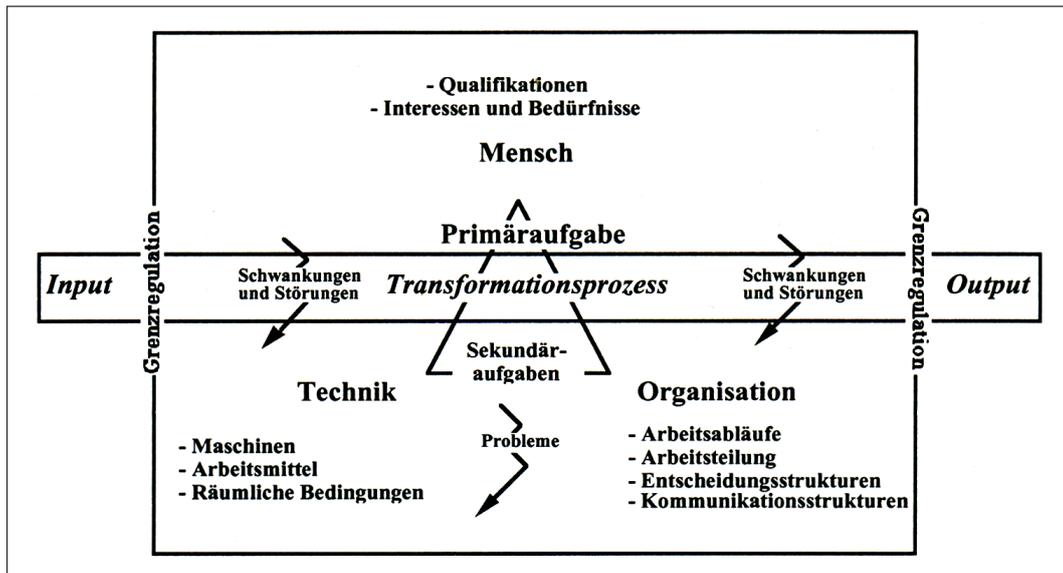


Abbildung 1.1: Elemente eines Arbeitssystems  
Quelle: [Strohm, 1997, S. 138]

daher Aufgaben auch über Abteilungs- und Unternehmensgrenzen hinweg. Für die Definition eines konkreten Prozesses ist es wichtig, den benötigten *Input*, Aus- bzw. Begrenzungen, Randelemente (Umwelt) und einen gewünschten Endzustand (*Output*) zu benennen (vgl. [Rolf, 1998, S. 76], [Strohm, 1997, S. 138]). Auch wenn Prozesse als eine definierbare, in sich abgeschlossene Abfolge von Aktivitäten angesehen werden, muss der Begriff Prozess letztendlich inhaltlich wie visuell in Bezug zu den Begriffen Mensch, Technik und Organisation gebracht werden.

### 1.1.2 Die Mikropolis-Sichtweise – eine kurze Vorstellung

Zur Beschreibung von Zusammenhängen der Globalisierung und Informatisierung insbesondere in Bezug auf soziotechnische Fragestellungen bietet die an der Universität Hamburg entwickelte Mikropolis-Sichtweise einen guten Ausgangspunkt [Krause et al., 2006]. Sie ist aus dem Wunsch heraus entstanden, den Einfluss, den die Nutzung von Computern auf organisatorischen und gesellschaftlichen Wandel hat, untersuchen, verstehen und darstellen zu können. Ganz bewusst wird dabei ein transdisziplinärer Ansatz verfolgt, mit dessen Hilfe hochspezialisierte wissenschaftliche Erkenntnisse anderer Disziplinen berücksichtigt werden können [Wahoff, 2005]. Eine wesentliche Herausforderung dieser Arbeitsweise besteht darin, dass in den einzelnen Disziplinen

nicht alleine das Vokabular unterschiedlich ist, sondern auch Betrachtungsweisen, wissenschaftliche Methoden, die Bedeutung und Relevanz einzelner Elemente (des Untersuchungsfeldes), die Darstellung, das Quellenmaterial und nicht zuletzt der zeitliche Horizont (Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft) stark variieren. Wie lässt sich innerhalb einer Expertengruppe Einigkeit darüber erreichen, was Gegenstand der Untersuchungen ist, welche Sprache gewählt wird, und welche Disziplin für welche Teilaspekte Lösungen anbieten soll? Wie sollen Ergebnisse erarbeitet und präsentiert werden, so dass sie im Anschluss der Fachwelt der einzelnen Disziplinen angemessen präsentiert werden können?

### **1.1.3 Visuelle Darstellungen im Mikropolis-Modell**

Für einen Einstieg in vertiefende Überlegungen zu einem Phänomen und als ein zentraler Ausgangspunkt haben sich im Rahmen der Mikropolis-Sichtweise schematische, grafische Darstellungen bewährt. Typische Elemente sind hierbei z.B. Akteure, Pfade, Prozesse, Module, Arenen, Leitbilder und Wechselwirkungen. Die Illustrationen werden unterschiedlichen Sichten (soziotechnischer Kern, Mikro-, Makrokontext, Techniknutzungspfad) zugeordnet [Rolf et al., 2008, S. 25]. Eine Illustration stellt einen Sachverhalt überblicksweise dar. In Abbildung 1.2 wird bspw. die moderne Netzwerkorganisation dargestellt. Von ihr ausgehend ist es einfach, sich vertiefend mit dem Sachverhalt auseinanderzusetzen. Zusammenhänge und nicht offensichtliche Einflüsse lassen sich aufzeigen.

## **1.2 Inhalt und Struktur dieser Arbeit**

### **1.2.1 Herausforderungen und Ziele der Arbeit**

Die Illustrationen der Mikropolis-Sichtweise lassen sich bislang nur bedingt nach Themen klassifizieren und haben keine feste Notation. Für einen „ungeübten“, d.h. ohne Wissen über die Mikropolis-Sichtweise ausgestatteten Betrachter einer solchen Abbildung, wie auch für einen, mit Wissen um die Mikropolis-Sichtweise ausgestatteten „Ersteller“ einer Abbildung, ergeben sich drei Herausforderungen:

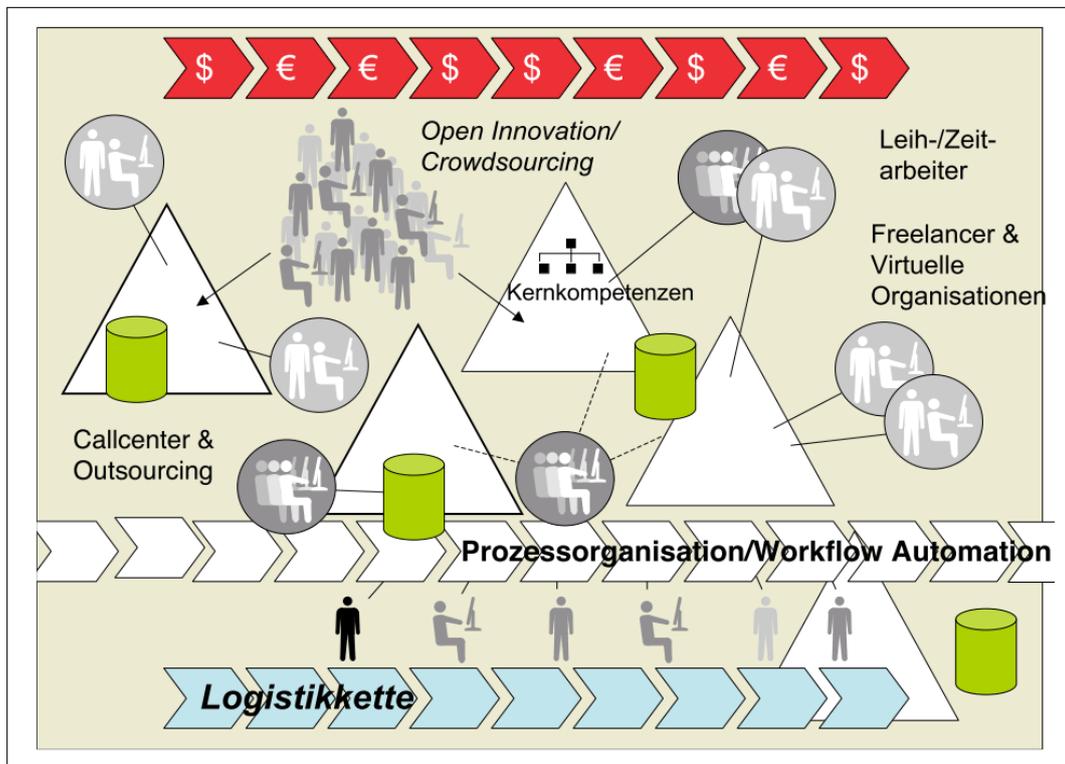


Abbildung 1.2: Darstellung der modernen Netzwerkorganisation  
Quelle: [Rolf et al., 2008, S. 125]

**Die Elemente sind nicht selbsterklärend.** Die einzelnen Elemente sind für sich genommen nicht eindeutig selbsterklärend. Die Elemente sind darüber hinaus auch nur in eingeschränktem Maße durch theoretisches Hintergrundwissen oder eine Form der Aushandlung klar definierbar.

**Es ist schwer, Elemente in sich konsistent individuell zu kombinieren.** Ohne ein ausgeprägtes Verständnis der Mikropolis-Sichtweise ist es quasi unmöglich, die einzelnen Elemente für die Beschreibung eines Ausgangspunktes einer Untersuchung konsistent in Beziehung zu setzen. Dies ist jedoch für die Ableitung von Moderationsanleitungen oder Vorgehensmodellen für die praktische Anwendung essentiell wichtig.

**Die Darstellung der Wechselwirkungen ist ungenau.** Ein zentrales Konzept des Mikropolis-Modells ist die Darstellung von Wechselwirkungen. Diese werden jedoch bisher lediglich schematisch aufgrund abstrakter oder (theoretischer) Detailüberlegungen dargestellt. Eine eindeutige Systematik, wie diese entstehen, sich wandeln und gegenseitig beeinflussen, besteht nicht.

Das Ziel der Arbeit ist die Ausarbeitung einer sinnvollen Klassifikation von Visualisierungen im Rahmen der Mikropolis-Sichtweise und die Definition einer Notation. Genau genommen sind dies zwei Ziele, die sich jedoch nicht isoliert beantworten lassen. Es gilt also, ein visuelles Rahmenwerk für die Erstellung von Grafiken für die Mikropolis-Sichtweise zu entwickeln. Solch ein Rahmenwerk beantwortet die Frage, welche Art der Visualisierung für eine bestimmte Aufgabe angemessen ist. Das Rahmenwerk liefert zudem für einen Teil der Visualisierungsaufgaben ein Vorgehensmodell für die Erstellung von Visualisierungen. Dieses besteht aus einer Art Legende für die Symbole und Notationen sowie einer Beschreibung für die allgemeine Komposition der Grafiken. Diese Beschreibung ähnelt dem, beim Betrachten einer topologischen Karte implizit vorhandenen Wissen über die Bedeutung der Komposition.

Die Arbeit soll Antworten auf folgende Fragen geben:

1. Was kann und soll im Rahmen der Mikropolis-Sichtweise visualisiert werden?
2. Welche zentralen Elemente können wie dargestellt werden?

3. In welchen Perspektiven können welche Elemente verwendet werden?
4. Wie werden Verbindungen und Wechselwirkungen dargestellt? Welche Beziehungen bestehen zwischen einzelnen Elementen, und wie beeinflussen sie sich durch diese Beziehungen gegenseitig?
5. Wie kann Wandel dargestellt werden? Lässt sich die Zustandssicht durch Erweiterung um eine zeitliche Dimension zu einer Prozesssicht ausweiten?

Zur Beantwortung dieser Fragen werden in dieser Arbeit drei Kernbereiche bearbeitet.

1. Analyse gängiger Visualisierungstechniken auf ihren Stellenwert und Beitrag für die Mikropolis-Sichtweise.
2. Darstellung der Kulturtechnik Kartographie und Identifikation ihrer wesentlichen Merkmale zur Begründung ihrer Eignung für die Mikropolis-Sichtweise.
3. Adaption kartographischer Verfahren für die Visualisierung von soziotechnischen Kontexten.

### **1.2.2 Aufbau und methodisches Vorgehen**

Kapitel 2 beschäftigt sich mit dem sehr vielfältigen Begriff „Visualisierung“. Es werden ausgewählte Visualisierungstechniken vorgestellt und dahingehend untersucht, welchen Beitrag sie zu einem Rahmenwerk für zukünftige Visualisierungen im Rahmen der Mikropolis-Sichtweise leisten können. Auf dieser Basis werden die konkreten Anforderungen an zukünftige Visualisierungen formuliert. Zur Erfüllung der Anforderungen bietet es sich an, neben den bisher verwendeten Mikropolis-Illustrationen, eine an die Kartographie angelehnte Darstellungsweise – die soziotechnische Karte – zu verwenden. In Kapitel 3 werden die hierfür nötigen kartographischen Grundlagen erarbeitet. Das erarbeitete Konzept der soziotechnischen Karte wird in Kapitel 4 vorgestellt. Das Konzept umfasst die theoretischen Grundlagen, den Aufbau und die Notation der soziotechnischen Karte. Ausschnitte einer exemplarischen Karte werden vorgestellt und Hinweise für die Erstellung und Verwendung einer soziotechnischen Karte gegeben.

ben. Die Arbeit schießt in Kapitel 5 mit der Zusammenfassung, der Bewertung der Ergebnisse und einem Ausblick auf die Weiterentwicklung der soziotechnischen Karte. Methodisch setzt diese Arbeit kompilierende Literaturarbeit und die vergleichende Analyse verschiedener Visualisierungstechniken ein, um auf dieser Basis entscheidende Merkmale von visuellen Darstellungen zu benennen und Gemeinsamkeiten und Unterschiede aufzuzeigen. Die Ergebnisse werden im Rahmen der Konstruktion des visuellen Rahmenwerkes aufgegriffen und weiterentwickelt.

## 2 Visualisierungstechniken

Nachdem im vorherigen Kapitel der Hintergrund der Arbeit sowie zentrale Begriffe erläutert wurden, stellt dieses Kapitel verschiedene Visualisierungstechniken vor und überprüft sie in Bezug auf ihre Eignung zur Darstellung soziotechnischer Prozesse. Im Unterkapitel 2.1 wird der vielschichtige Begriff „Visualisierung“ vorgestellt. Unterkapitel 2.2 liefert eine Analyse ausgewählter Visualisierungstechniken in Bezug auf Aufbau, Verwendung und Inhalt. Das dritte Unterkapitel (2.3) diskutiert Ansätze zur fachübergreifenden Beschreibung von Kontexten.

### 2.1 „Visualisierung“ - im Allgemeinen

#### 2.1.1 Formen der Visualisierung

Visualisierung dient im Allgemeinen dazu, Daten, Informationen, Wissen oder Zusammenhänge in eine grafische bzw. visuell erfassbare Form zu bringen. Es gibt zahlreiche (wissenschaftliche) Bereiche innerhalb der Visualisierung. Wichtig sind, unter anderem, die wissenschaftliche Visualisierung, die Informationsvisualisierung, die visuelle Kommunikation sowie die Illustration.

Die folgenden Begriffe bezeichnen wichtige Formen der Visualisierung:

**Wissenschaftliche Visualisierung** Bei der **wissenschaftlichen Visualisierung** (engl. *Scientific Visualisation*) werden gemessene Daten oder Simulationsergebnisse verarbeitet [Diehl, 2007, S. 3]. Die zugrunde liegenden Daten können direkt physikalischen Prozessen zugeordnet werden. Dieser Bereich der Visualisierung hat seinen Ursprung in den Ingenieurs- und Naturwissenschaften.

**Informationsvisualisierung** In der **Informationsvisualisierung** (engl. *Information Visualization*) werden abstrakte Daten verarbeitet. Diese Daten sind nicht unmittelbar mit physikalischen Zuständen verknüpft. Dies beinhaltet auch die Darstellung von Algorithmen bzw. genauer deren Ergebnisse [Diehl, 2007, S. 3]. Ziel ist es, Datenmuster darzustellen, um dadurch die in den Daten verborgene Information zugänglich zu machen und neue Erkenntnisse zu gewinnen. Die Daten werden dabei nicht selektiert und auch nicht um zusätzliche Daten oder Informationen erweitert. Beispiele für Informationsvisualisierung sind Demografiedaten, Börsenkurse und Darstellungen von Zeitreihen.

**Kartographie** Die Kartographie ist eine in sich sehr schematische und strikte Art der Visualisierung. Sie verknüpft die Merkmale der wissenschaftlichen Visualisierung und der Informationsvisualisierung. Ihre Basis bilden meist physikalisch gemessene Daten. Auf Karten ist es jedoch möglich, große Datenbereiche übersichtlich abzubilden und Daten unterschiedlicher Art in Bezug zueinander zu setzen. Karten haben also auch den Charakter der Informationsvisualisierung.

**Wissensvisualisierung** (engl. *Knowledge Visualization*) bezeichnet die Vermittlung von Ideen mithilfe visueller Darstellung von Informationen. Der Begriff wird vornehmlich in Bezug auf zweidimensionale Bilder verwendet.

**Illustration Illustrationen** dienten traditionell dazu, Text zu dekorieren oder zu erläutern [Tuft, 2006, S. 84]. Heutzutage werden sie jedoch auch unabhängig vom Text beispielsweise in Form von Infografiken<sup>5</sup> verwendet. Typischerweise dienen Illustrationen dazu, Beispiele für einen in einem Text beschriebenen Sachverhalt darzustellen, Stimmungen zu vermitteln – oder im Fall von Bedienungsanleitungen – einzelne Handlungsschritte zu veranschaulichen.

Den einzelnen Formen der Visualisierung liegt ein gemeinsames allgemeines Vorgehen bei der Erstellung von konkreten Visualisierungen zugrunde. Die Ausgangsdaten müssen in allen Fällen gesammelt, aggregiert, analysiert, ggf. selektiert, aufbereitet und präsentiert werden.

---

<sup>5</sup>Infografiken sind aufwändig gestaltete detailreiche Illustrationen, die eigens dafür erstellt werden, einen bestimmten Sachverhalt einem großen Publikum zu verdeutlichen. Sie werden in Unterkapitel 2.3.1 noch genauer beschrieben [vgl. Heuer, 2006, S. 122-127].

### 2.1.2 Quantitative versus qualitative Visualisierung

Das Hauptmerkmal einer Visualisierung ergibt sich aus der Frage, zu welchem Zweck visualisiert wird. Die Visualisierung kann einerseits der Beherrschbarkeit und **Darstellung von Komplexität** dienen (bspw. durch geschickte Darstellung einer großen Zahl von Daten) oder konträr dazu der **Reduktion von Komplexität**, indem für eine Visualisierung einzelne Sachverhalte herausgearbeitet und dargestellt werden. Gute Visualisierungen verzichten auf Mischformen der beiden Arten. Diese grundsätzliche Entscheidung hat einen wesentlichen Einfluss auf die Art der Aufbereitung und die Präsentation der Daten. Bei der Darstellung von Komplexität wird es dem Betrachter der Visualisierung ermöglicht, die zugrunde liegenden Daten bzw. Informationen in ihrer Gänze zu erfassen und die für ihn relevanten Daten bzw. Informationen zu finden. Bei der gezielten Präsentation von Daten oder Informationen findet hingegen eine Reduktion von Komplexität statt. Hier trifft der Ersteller einer Visualisierung eine Vorauswahl und stellt ein bestimmtes Augenmerk in den Vordergrund.

Aus der Wahl der Visualisierungsart (Darstellung von Komplexität versus Beherrschung von Komplexität) ergibt sich die Interpretationshöhe und damit auch die Nutzungsmöglichkeit einer Visualisierung. Typische Visualisierungen, die der **Darstellung von Komplexität** (Darstellung quantitativer Daten) dienen, sind Karten und Zeitreihen. Sie stellen das zugrunde liegende Datenmaterial unverzerrt und über den gesamten Datenbereich einheitlich und vollständig dar. Die Interpretation und Nutzung obliegt dem Leser. Durch die vollständige und uninterpretierte Darstellung ist es möglich, diese Art der Visualisierung sehr vielfältig und individuell zu nutzen und sich eigene Fragen zu beantworten. Es ist möglich, sich individuelle Bezugspunkte in der Darstellung zu suchen und diese bekannten Bezugspunkte individuell mit den übrigen dargestellten Daten zu vergleichen (siehe auch [Koning und van Vliet, 2006, S. 203]). Beispiele für solche Bezugspunkte sind bei einer Karte ein bekannter Ort oder die sich aus der Notation ergebende Größe einer Stadt. Ein weiteres Beispiel für einen Bezugspunkt ist der eigene Standpunkt auf einem Liniennetzplan des öffentlichen Verkehrs. Ziel der Visualisierung eines Liniennetzplans ist es ja schließlich, die individuell benötigte Strecke ablesen zu können, jedoch nicht eine besonders schöne Strecke hervorzuheben.

Im Gegensatz dazu werden bei einer Visualisierung, die auf die **Reduktion von Komplexität** abzielt (Darstellung qualitativer Daten), die zugrunde liegenden Daten durch den Ersteller der Visualisierung aufbereitet, selektiert und mitunter interpretiert dargestellt. Ziel ist hier die effiziente Vermittlung eines bestimmten Sachverhalts, beispielsweise die Darstellung von Trends oder Ausreißern in Zeitreihen (bspw. Börsenkurse). Mitunter wird der hier zugrunde liegende Datenbereich explizit so gewählt, dass eine scheinbare Anomalie offensichtlich wird. Eine Mischung stellen Visualisierungen dar, bei denen zwar alle Daten der Grafik (unverzerrt) zugrunde gelegt werden, Häufungen jedoch durch geschickte Darstellung betont werden. Hier wird eine quantitative Visualisierung als Werkzeug verwendet, um Anomalien sichtbar zu machen (vgl. [Tversky, 2001, S. 111], [Yang et al., 2007, S. 494-507]).

Neben den Fragen nach den Ausgangsdaten und dem Zweck einer Visualisierung muss für ihre Präsentation auch die Frage nach der Art der Darstellung beantwortet werden. Hier stehen zahlreiche Visualisierungstechniken zur Verfügung. Bei der wissenschaftlichen Visualisierung sind dies beispielsweise Balken-, Torten- oder Liniendiagramme (siehe unter anderem [Tversky, 2001, S. 96]). Die Informationsvisualisierung nutzt als Visualisierungstechnik Graphen, Illustrationen, Netzpläne und vieles mehr. Auch die Visualisierungstechniken der visuellen Kommunikation sind vielfältig – als Beispiele seien hier Zeichen, Icons, Bilder, Animationen, Darstellung von Abläufen, Webseiten usw. genannt. Typische Visualisierungstechniken der Illustrationen sind Zeichnungen, Skizzen, anatomische Abbildungen, Schaubilder, Explosionszeichnungen und dergleichen.

## 2.2 Analyse ausgewählter Visualisierungstechniken

Viele Methoden zur Analyse und Gestaltung von Technik, Organisation und Gesellschaft verwenden visuelle Darstellungen. Mal sind sie Mittel der Analyse und Gestaltung (UML-Diagramme<sup>6</sup>, Petri-Netze, Konstellationsanalyse etc.), mal dienen sie der Präsentation von Ergebnissen (Organigramme, Infografiken<sup>5</sup> usw.) oder der Dokumentation (Infrastrukturpläne, usw.). Die Darstellungen variieren darüber hinaus

---

<sup>6</sup>Die Unified Modeling Language ist eine standardisierte Sprache für die Modellierung von Software und anderen Systemen. Unter anderem wird durch sie für eine Vielzahl von Diagrammen eine verbindliche grafische Notation beschrieben [vgl. Booch et al. [2007]].

im Grad ihrer Strukturiertheit und Formalisierung. Insbesondere in fachlich hochspezialisierten Kontexten sind diese Darstellungsformen ausgefeilt und effizient, jedoch nur mit Fachwissen und Übung zu verstehen (vgl. [Koning und van Vliet, 2006, S. 203]). Sie alle haben gemeinsam, dass sie ihren Gegenstandsbereich überblicksweise abbilden.

Verlässt man den fachspezifischen Kontext und begibt sich in einen inter- oder transdisziplinären Diskurs, ist die Verwendung fachspezifischer Visualisierungen zur Darstellung von Zusammenhängen nicht geeignet. Hier bietet sich die Verwendung allgemeinerer Darstellungen wie bspw. die Konstellationsanalyse [Schön et al., 2007], die Notation der systemdynamischen Modellierung [Ossimitz, 2002], die Szenariotechnik [Geschka, 2006] oder die Form der Infografik<sup>5</sup> an.

Da viele Techniken in den aus ihnen hervorgegangenen fachlichen Domänen bekannt, verbreitet, hinlänglich erprobt und akzeptiert sind, werde ich im folgenden Abschnitt zunächst exemplarisch einige von ihnen kurz vorstellen (Unterkapitel 2.2.1) und in Bezug auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede analysieren. Als Ergebnis der Analyse werden Kategorien zur Einteilung und Beschreibung von Visualisierungstechniken identifiziert und in Unterkapitel 2.2.2 vorgestellt. Auf Basis der identifizierten Kategorien werden in Unterkapitel 2.3.3 die Techniken in die Begriffswelt der Mikropolis-Sichtweise eingeordnet und in Bezug auf ihren Zweck bewertet. Durch das Einbeziehen und Nutzen unterschiedlicher wissenschaftliche Erkenntnisse zum Thema Visualisierung soll dem Anspruch der Mikropolis-Sichtweise entsprochen werden, eine gemeinsame Sprache für gesellschaftliche Belange zu sein, die mit der Nutzung von IT einhergehen.

Ziel dieser Untersuchung sind Erkenntnisse in den folgenden drei Bereichen:

1. Hinweise auf wichtige Sachverhalte, die bei der Beschreibung eines Kontextes berücksichtigt werden müssen. Diese Sachverhalte sollten möglichst auch bei der Konzeption der am Ende dieses Kapitels vorgestellten soziotechnischen Karte berücksichtigt werden.
2. Es werden Kategorien zur Verortung der einzelnen Visualisierungstechniken in Bezug zur soziotechnischen Karte benannt. Dadurch erfolgt indirekt eine Einordnung der Visualisierungstechniken innerhalb der Begriffswelt der Mikropolis-Sichtweise.
3. Hinweise für eine sinnvolle und intuitive Notation.

Ziel dieser Untersuchung ist es, gemeinsame Kategorien zu identifizieren, um beispielsweise visuelle Darstellungen, die technische Infrastrukturen abbilden, analytisch von denen zu trennen, die Organisationen abbilden. Auf dieser Basis lassen sich die zu untersuchenden Darstellungen in die Ebenen der Mikropolis-Sichtweise (Makrokontext, Mikrokontext, soziotechnischer Kern) einordnen und der Bezug zu weiteren Konzepten der Mikropolis-Sichtweise (beispielsweise Leitbilder) herstellen. Dies geschieht in Unterkapitel 2.2.2. Darüber hinaus ist zu klären, welche Teile ihrer Notation auch für Mikropolis-Illustrationen und die am Ende dieses Kapitels vorgeschlagene soziotechnische Karte übernommen werden können. Dabei ist es nicht das Ziel, vorhandene Darstellungstechniken per se zu ersetzen, sondern jeweils die bestmöglichen Visualisierungstechniken einzusetzen. Das bedeutet, dass es je nach Zweck einer Visualisierung auch wichtig ist, von eigenen Mikropolis-Illustrationen abzusehen und die entsprechenden bereits existierende Darstellungstechniken zu verwenden.

### 2.2.1 Vorstellung der Visualisierungstechniken

Visualisierungstechniken dienen immer einem bestimmten Zweck. Beispiele hierfür sind die retrospektive Analyse, die Dokumentation, die Erklärung von Sachverhalten, die Überzeugung Dritter, die operative Planung, die Konstruktion oder auch die prospektive Analyse. Die Wahl einer konkreten Visualisierungstechnik wird ihrem Zweck entsprechend und auf Basis eines Leitbildes der (federführend) beteiligten Akteure getroffen. Den meisten Visualisierungstechniken liegt ein geeigneter Abstraktionsgrad (Detaillierung des Dargestellten) und eine fachliche Spezifität zugrunde. Je nach Zweck fällt somit die Wahl auf eine entsprechende Visualisierungstechnik, die einen für die Aufgabe angemessenen Abstraktions- beziehungsweise Detailgrad und eine passende fachliche Spezifität aufweist.

Eine Visualisierungstechnik wird zur modellhaften Darstellung eines Sachverhaltes verwendet. Diese modellhafte Darstellung weist je nach Visualisierungstechnik ein unterschiedliches Maß an Formalisierung auf und berücksichtigt bei der „Modellbildung“ individuelle Aspekte. Einer Visualisierungstechnik ist oft ein ganz bestimmtes Leitbild, das bei der Entwicklung der Visualisierungstechnik eine Rolle gespielt hat, inhärent. Dieses Leitbild spiegelt sich in der Notation in Form von Syntax und Semantik wider. Die Syntax ergibt sich aus den Elementen, Verbindungen und der Anordnung –

die Semantik aufgrund der Wahl des Gegenstandsbereichs, der Perspektive und der Bedeutung.

Viele für die Darstellung von Sachverhalten, für die Analyse und die Konstruktion verwendeten Visualisierungstechniken enthalten Achsendiagramme, Graphen, Euler-Diagramme und spezielle Diagramme wie Flussdiagramme oder schematische Darstellungen [Tversky, 2001, S. 83, 93]. Visualisierungstechniken für Dokumentation, Erklärung und Überzeugung haben eine freiere Form. Für diese Zwecke werden gerne Skizzen und Illustrationen (z.B. Infografiken) eingesetzt. Die Fokussierung auf einen bestimmten Inhalt, also das Einnehmen einer bestimmten Sicht, ist für die Wahl einer geeigneten Visualisierungstechnik ausschlaggebend. Für die Modellierung von Informationssystemen im Unternehmenskontext haben sich typische Sichten herauskristallisiert – die **Organisationssicht**, die **Funktionssicht** und die **Datensicht** [Seidlmeier, 2006, S. 14]. Die Organisationssicht – sie repräsentiert die Strukturen der Aufbauorganisation – wird üblicherweise durch Organigramme visualisiert. Die Funktionssicht – durch sie werden fachliche Aufgaben beziehungsweise Tätigkeiten an Informationsobjekten beschrieben – lässt sich unter anderem durch Funktionsbäume oder UML-Klassendiagramme darstellen. Die Datensicht beschreibt die logische Datenstruktur eines Systems, also den Aufbau der und die Beziehungen zwischen den, durch die Funktionen bearbeiteten Informationsobjekte. Die im Anschluss vorgestellten Entity-Relationship-Diagramme sind beispielsweise eine Sicht auf ein Datenmodell der Informationsobjekte.

Durch die isolierte Betrachtung von Funktionssicht, Organisationssicht und Datensicht soll für die Modellierung eines Systems die Komplexität reduziert werden. Dadurch wird erreicht, dass sich der Modellierer fachlich voll auf eine bestimmte Sicht konzentrieren kann. Die **Prozesssicht** verbindet hingegen später wieder die Organisations- mit der Funktions- und der Datensicht und dient somit als Bindeglied der einzelnen Sichten.

Allein in der hauptsächlich für die Modellierung von SAP-Systemen verwendeten ARIS-Methode<sup>7</sup> gibt es jedoch für die Darstellung der Prozesssicht für die einzelnen Abstraktionsebenen mehrere, in ihrem Detailgrad variierende Möglichkeiten (vgl. [Becker, 2008, S. 134]). Zu ihnen zählen nach [Seidlmeier, 2006, S. 65-66]

---

<sup>7</sup>ARIS (Architektur Integrierter Informationssystem) ist ein Architekturkonzept für die Entwicklung und Beschreibung von Informationssystemen.

- *Vorgangskettendiagramme* (VKDs) zur Darstellung des Ausgangsproblems
- *Wertschöpfungskettendiagramme* (WSKs) als Übersichtsmodelle
- *Erweiterte ereignisgesteuerte Prozessketten* (eEPKs) auf mittlerer Detaillierungsstufe
- *Funktionszuordnungsdiagramme* mit der höchsten Modellauflösung

Auf den folgenden Seiten werden exemplarisch einige Visualisierungstechniken vorgestellt und jeweils wichtige Eigenschaften herausgearbeitet und analysiert. Das Hauptaugenmerk liegt dabei nicht auf einer detaillierten Beschreibung der einzelnen Visualisierungstechniken, sondern auf dem Versuch einer Kategoriebildung entlang der Dimensionen „Zweck“, „Leitbild“, „Perspektive“, „Spezifität“, „Art der Darstellung“ und „Notation“. Zu den betrachteten Visualisierungstechniken zählen:

- Entity-Relationship-Diagramme
- Ereignisnetze und Ereignisketten
- Kooperationsbilder
- Wertschöpfungskettendiagramme
- Wertstromdiagramme
- Soziale Netzwerke
- Konstellationskarten der Konstellationsanalyse

Nach der Vorstellung der Visualisierungstechniken folgt in Unterkapitel 2.2.2 die Erläuterung der Ergebnisse der Analyse.

## Entity-Relationship-Diagramm

Ein Entity-Relationship-Diagramm ist ein typischer Vertreter einer Visualisierungstechnik, die zur Konstruktion von Datenbanken und Software eingesetzt wird. Ein Beispiel zeigt Abbildung 2.1. Es weist eine hohe Formalisierung auf und wird für einen fachspezifischen Kontext eingesetzt. Entity-Relationship-Diagramme werden für die Darstellung eines zu einer Anwendung gehörenden Datenmodells verwendet. Reale Strukturen, die in einer Anwendung verwendet werden, wie z.B. die Beziehungen zwischen einzelnen Objekten, lassen sich so auf relationale Datenbanken abbilden. Entity-Relationship-Diagramme werden von IT-Spezialisten zur Konstruktion und

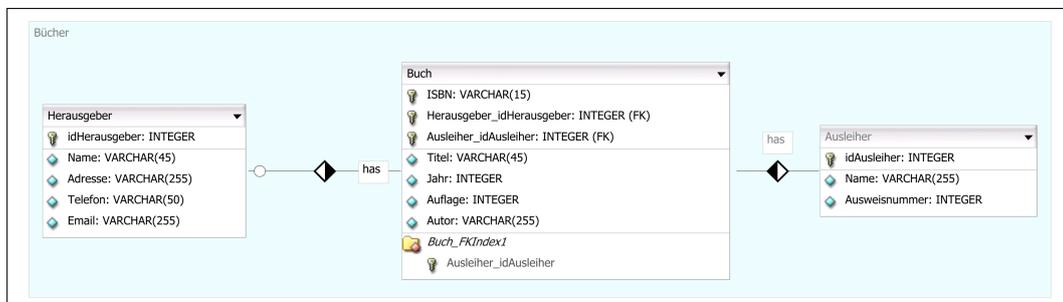


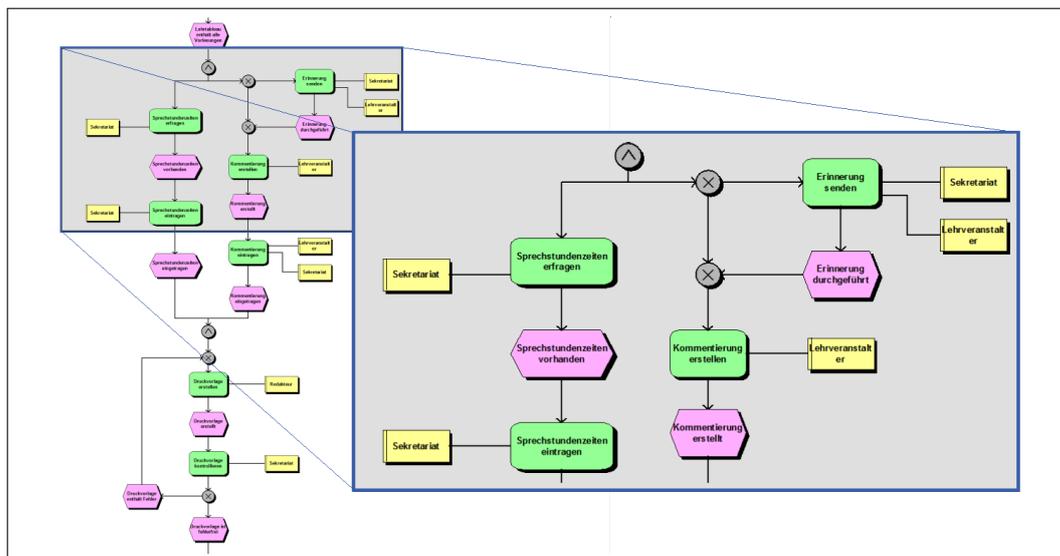
Abbildung 2.1: Beispiel eines Entity-Relationship-Diagramm  
Quelle: eigene Darstellung

Dokumentation von Software verwendet. Dabei wird eine strenge Perspektive auf die Sachlogik des Datenmodells eingenommen. Technische Aspekte der Umsetzung werden nicht betrachtet. Im Laufe der Jahre wurden diverse Darstellungsformen entwickelt. Allen gemeinsam ist, dass die Entitätstypen (die Objekte) durch Rechtecke dargestellt werden, welche durch Beziehungstypen, gezeichnet als Linien zwischen den Entitätstypen, logisch verbunden werden. Die Verbindungslinien werden zur detaillierten Beschreibung je nach Notation durch Pfeile, Rauten, Beschriftungen und Kardinalitäten spezifiziert.

## Ereignisnetze und Ereignisketten

Prozesse lassen sich auf mittlerer Detaillierungsstufe durch *Ereignisnetze* beschreiben. Im Folgenden werden exemplarisch einige Varianten von Ereignisnetzen (Petri-Netze,

YAWL<sup>8</sup>-Diagramme, EPKs<sup>8</sup> und Business Process Diagramme) vorgestellt. In der Informatik werden *Petri-Netze* zur Analyse und Planung nebenläufiger (Informatik-) Systeme eingesetzt. Wichtige Elemente der Notation sind Stellen, durch die Zustände repräsentiert werden und Transitionen, welche die Zustandsübergänge repräsentieren. Stellen und Transitionen sind durch gerichtete Kanten (Pfeile) verbunden und ergeben einen gerichteten Graphen. Petri-Netze sind eine formale Art der Modellierung von Systemen. Die Darstellung und Analyse nebenläufiger Ereignisse ist mit Petri-Netzen gut möglich. Da sich Abläufe in einem Unternehmen ebenfalls gut als nebenläufige Ereignisse modellieren lassen, wurden auf Basis der Petri-Netze weitere formale und semiformale Diagrammtypen entwickelt. Für die Konstruktion, Analyse und Beschreibung von (informatischen) Systemen stehen heute diverse grafische Notationen zur Verfügung. Dies sind unter anderem „Yet Another Workflow Language“ (YAWL), „UML-Aktivitätsdiagramme“, „(erweiterte) ereignisgesteuerte Prozesskette“ (eEPK; einen beispielhaften Ausschnitt einer EPK zeigt Abbildung 2.2) oder die „Business Process Modeling Notation“ (BPMN)<sup>9</sup>.



**Abbildung 2.2:** Ausschnitt einer ereignisgesteuerten Prozesskette (EPK)  
Quelle: [Tesmer, 2005, S. 67], verändert

<sup>8</sup>YAWL ist die Abkürzung für *Yet Another Workflow Language*, EPK steht für „ereignisgesteuerte Prozessketten“. Beide Begriffe werden später näher erklärt.

<sup>9</sup>Diagramme, die als Notation die BPMN verwenden werden *Business Process Diagramme* genannt. Sie gehören zur Kategorie der Prozessablaufdiagramme und werden aufgrund ihrer länglichen Form und der von links nach rechts gehenden Leserichtung auch als *swim lane* Diagramme bezeichnet.

Neben dem Erscheinungsbild (Abbildung 2.3) variieren die einzelnen Notationen im Grad der formalen Spezifikation, der Bedeutung und des intendierten Einsatzzweckes.

Die jeweilige Notation und Bedeutung orientiert sich jedoch in der Regel an dem Wunsch, die Diagramme möglichst einfach, im Idealfall sogar automatisch, in Petri-Netze oder Programmcode überführen zu können (vgl. [Zhao et al., 2007, S. 38], [Döhring et al., 2000, S. 13]). So basiert YAWL direkt auf der Theorie der Petri-Netze und erweitert sie theoriekonform um typische, bei der Modellierung von Workflowsystemen anzutreffende Aspekte [van der Aalst und ter Hofstede, 2003]. Die Anwendungsbereiche von YAWL sind vielfältig, für ihre korrekte Anwendung ist jedoch auch ein umfangreiches theoretisches Wissen notwendig. Bei der BPMN hingegen liegt der Schwerpunkt auf einer aus Managementsicht intuitiven und flexiblen grafischen Darstellung von Geschäftsabläufen und nicht auf einer formalen Definition. Die BPMN dient also vielmehr als einfache Diskussionsgrundlage für die Darstellung und Entwicklung von Geschäftsprozessen. Die mit Hilfe der BPMN erstellten „Business Process Diagramme“ (BPD) sind selber nicht maschinell lesbar. Es stehen jedoch durch Computer interpretierbare Ausführungssprachen für Geschäftsprozesse zur Verfügung, in die „Business Process Diagramme“ überführt werden können<sup>10</sup>. Hinter diesem Ansatz verbirgt sich das Leitbild einer reibungslosen Ablaufsteuerung [Rolf, 1998, S. 130]. Aufgaben in der Organisation werden als planbar und weitestgehend automatisierbar angesehen [Rolf, 1998, S. 97]. Die Abarbeitung gleicht dem eines Produktionsprozesses, sogar in einer Domäne wie dem Bankenwesen, die bisher der Dienstleistungsbranche zugeordnet wurde. Küng nennt Zahlen für den Effekt nach einer Umgestaltung der Prozessabläufe nach dem oben genannten Leitbild. „Through the process reengineering and the use of a process engine, a production-style process with high predictability was established. Today about 30,000-40,000 cases are performed daily. (...) only 1 in 10,000 cases needs human intervention; 99.99 percent of orders are processed completed automated.“ [Küng und Hagen, 2007, S. 482]<sup>11</sup>. Die Art der Computernutzung entspricht der Metapher „Automat“ – eine Metapher, die bei der Visualisierung soziotechnischer Prozesse wieder aufgenommen werden wird.

---

<sup>10</sup>Prominente Vertreter sind zum Beispiel die „Business Process Execution Language“ (BPEL) und die „XML Process Definition Language“ (XPDL) [Object Management Group, 2008, S. 12].

<sup>11</sup>Bezeichnenderweise wurde im Zuge der von Küng beschriebenen Umgestaltung des IT-Systems für die Analyse der Prozesse auf große Papierbögen zurückgegriffen, auf die die mit der Prozessmodellierungssoftware ARIS erfassten Einzelprozesse gedruckt wurden [Küng und Hagen, 2007, S. 482]. Mit Hilfe dieser Ausdrücke diskutierten Experten über die Reorganisation der Prozesse.

	Start Symbol(e)	Konnektor und/oder Transition bzw. Aktivität	Stellen bzw. Zustand	End-Symbol(e)	tendenzielle Lesrichtung
Petri-netze			 oder mit Marken: 		
YAWL (Yet Another Workflow Language)					
UML 2.0 Aktivitätsdiagramme					
EPK (Ereignis-gesteuerte Prozess-kette)					
BPMN (Business Process Modeling Notation)					

**Abbildung 2.3:** unterschiedliche Notation bei Ereignisnetzen  
Quelle: eigene Darstellung

Das Ziel von Rationalisierungsbemühungen in Organisationen ist die Identifikation von Aufgaben, die über einen langen Zeitraum keinen Änderungen unterliegen sowie die Beschleunigung und reibungslosere Organisation von Handlungsfolgen durch eine effizientere und schnellere Kooperation. Die oben genannten Visualisierungstechniken sind geeignet, um identifizierte Routineprozesse, die Abfolge der einzelnen Arbeitsschritte und etwaige bedingte Varianten der Abfolge sowie einen gewünschten Endzustand visuell darzustellen [Rolf, 1998, S. 101]. Ziel ist es, integrierte Systeme zu erstellen, die unternehmensweite und unternehmensübergreifende Arbeitsabläufe unterstützen und koordinieren. Da die Geschäftsprozesse zentral geplant, eingerichtet und verwaltet werden, müssen sämtliche Optionen, die sich z.B. für einen Sachbearbeiter aus einem bestimmten Kontext heraus ergeben, im Voraus bei der Modellierung berücksichtigt werden. Die nach diesen Paradigmen aufgebauten Systeme sind effizient und arbeiten innerhalb ihrer Rahmenbedingungen sehr stabil, zeichnen sich jedoch durch eine geringe Flexibilität in Bezug auf alternative Handlungen und Abläufe oder geänderte Rahmenbedingungen aus. Um dem zu begegnen, wird mit Hilfe sogenannter „ad-hoc workflows“ auf geänderte Rahmenbedingungen automatisiert reagiert. Die Visualisierung dieser „ad-hoc workflows“ entspricht jedoch der Visualisierung normaler Workflows.

Da die Visualisierung von Prozessen in einer detaillierten Sicht der Darstellung einer feingranularen Folge von Ereignissen und (informationstechnischen) Funktionen entspricht, ist es hilfreich, auf ein gröberes Abstraktionsniveau „herauszoomen“ zu können. Becker merkt dazu an: „Umfangreiche Prozesse werden – ganz abgesehen von dem großen Platzbedarf – leicht unübersichtlich, da unterschiedliche Verdichtungen betrachtet werden müssen. Komplexe, abteilungsübergreifende Prozessketten sind selten zusammenhängend darstellbar“ [Becker, 2008, S. 139]. Der Anforderung hinein- und herauszoomen zu können wird in den einzelnen Notationen unterschiedlich begegnet. In der BPMN gibt es für komplexere Aktivitäten zwei Darstellungen - eine gröbere und eine detaillierte. Bei der gröberen weist ein kleines Pluszeichen am unteren Rand des Symbols darauf hin, dass zusätzlich eine expandierte Ansicht, welche die gesamten Subprozess zeigt, zur Verfügung steht. Ein „Business Process Diagramm“ erlaubt also eine speziellere Ansicht innerhalb des Diagramms. Bei den EPKs wird ein etwas anderer Weg gewählt. Einzelne in Form von EPK-Diagrammen detailliert beschriebene Prozesse lassen sich weniger detailliert und unter Verwendung einer anderen Notation durch sogenannte *Prozesslandkarten* in einem gröberen fachlichen Zusammenhang darstellen. Die einzelnen Reihen einer solchen Karte zeigen die fachlichen Geschäftsprozesse und ermöglichen eine Verknüpfung zu den detaillierteren EPK-Diagrammen. Für die Suche

nach einer geeigneten Visualisierung soziotechnischer Prozesse ist noch ein weiterer Gedanke von Interesse. Zunächst wird durch EPKs lediglich ein geplanter Sollzustand modelliert, der jedoch in ein lauffähiges System überführt werden kann. Ob diese Formalisierung jedoch langfristig angemessen ist, ist fraglich. Über die Jahre bilden sich in Unternehmen erfahrungsgemäß auch dort, wo genaue Ablaufbeschreibungen vorhanden sind, informelle Arbeitsweisen heraus. Becker nennt ein Beispiel, bei dem sich im Zuge einer Prozessreorganisation gezeigt hat, dass in rund 90 Prozent der Fälle Aufträge nach den individuellen Vorstellungen der Mitarbeiter und nur rund 10 Prozent gemäß eines dokumentierten Standardprozesses bearbeitet wurden [Becker, 2008, S. 121]. Es ist anzunehmen, dass die Tendenz zur informellen Organisation von Abläufen in Unternehmen auch nach einer Kodierung von Standardprozessen durch Software besteht. Ob formale Prozessbeschreibungen sinnvolle Handlungsweisen einschränken oder ob durch sie im Gegenteil ineffiziente Handlungsweisen eliminiert und Handlungen dadurch in geregelte Bahnen gelenkt werden, hängt von der Art der Aufgabe ab. Auch dies ist ein wichtiges Kriterium, das bei der Visualisierung soziotechnischer Prozesse berücksichtigt werden muss. Hierauf werde ich in Unterkapitel 4.3.4 genauer eingehen. Zweifelsohne spielt die Berücksichtigung des Charakters der zu visualisierenden Prozesse eine entscheidende Rolle für deren übersichtliche Darstellung. Lineare, plan- und automatisierbare Prozesse mit definierten Ausgangsvoraussetzungen und Zielen können, da die einzelnen Prozessschritte bekannt und die Anzahl der Beziehungen untereinander relativ begrenzt sind, gut durch Visualisierungstechniken wie EPKs dargestellt werden. Ihr linearer Charakter ermöglicht sodann auch die übersichtliche Darstellung in Form von Wertschöpfungsketten oder Prozesslandkarten. Durch das inhärent vorhandene „top-down“ Verständnis von Prozessen und Funktionen kommt den einzelnen Prozessschritten keine strukturgebende Rolle zu. Nach diesem Verständnis beeinflussen einzelne Handlungen, da sie definierte und geplante Teile eines von oben festgelegten Gesamtprozesses sind, diesen Gesamtprozess nicht. Es müssen also auch nur die Eigenschaften der Prozessschritte dargestellt werden, die in das Verständnis des Gesamtprozesses passen. Dass diese Annahme zu einfach ist, zeichnet sich beispielsweise durch jüngst vorgeschlagene Erweiterungen der gängigen Prozessbeschreibungssprache Business Process Execution Language (BPEL) ab. „Web Services Human Task“ (WS-HumanTask) und „WS-BPEL Extension for People“ (BPEL4People) zielen darauf ab, die in der Praxis oft wichtige menschliche Interaktion bei Geschäftsprozessen angemessen zu berücksichtigen (vgl. [Agrawal et al., 2007a] und [Agrawal et al., 2007b]). Dies beinhaltet auch Aufgaben, die jenseits der formalen Prozessbeschreibung stattfinden. Die exemplarische Darstellung der Ereignisnetze zielte

darauf ab, für eine in der Praxis weit verbreitete Visualisierungstechnik (die Ereignisnetze) wenigstens im Ansatz den thematischen Umfang und die Alternativen der Notation vorzustellen und den Stellenwert der Visualisierungstechnik für die Beschreibung von Informationssystemen zu benennen. Die beschriebenen Visualisierungstechniken sind prominente Vertreter für detaillierte, fachspezifische Visualisierungen. Sie dienen dazu, Prozesse im Detail zu beschreiben. In [Rolf, 1998, S. 76, 176, 178] wird jedoch neben der Notwendigkeit der Prozessbeschreibung auch die Notwendigkeit, Prozesse verstehen und übersichtlich darstellen zu können, genannt. In einer Bewertung von Prozessablaufdiagrammen (BPMN) merkt Becker an, dass Diagramme durch viele Verbindungen und Linien schnell unübersichtlich werden können [Becker, 2008, S. 131]. Für eine grobe, übersichtliche Darstellung von Prozessen im Unternehmenskontext stehen diverse Notationen zu Verfügung. Auch aus einer sehr weiten Perspektive gibt es also nicht die eine geeignete Notation. Die Wahl einer konkreten Notation hängt maßgeblich von der Art der Unternehmung und der Aufgabe der Visualisierung ab. Eine weitere tendenzielle Eignung, hier in Bezug auf bestimmte Aufgabenstellungen, zeigt die aus [Becker, 2008] entnommene Abbildung 2.4. Im Folgenden werde ich zwei

Prozessanalyse- methode	Materialfluss	Informations- fluss	Daten- verarbeitung
Flussdiagramm			
Prozessablaufdiagramm			
ARIS			
Wertstromdiagramm			
SCOR			

**Abbildung 2.4:** Tendenzielle Eignung einzelner Prozessanalysemethoden für bestimmte Aufgabenstellungen  
Quelle: [Becker, 2008, S. 160]

Übersichtsdarstellungen für Prozesse vorstellen: Wertschöpfungskettendiagramm (auch als Prozesslandkarten bekannt) und Wertstromdiagramme.

## Kooperationsbild

Kooperationsbilder (engl. *Cooperation Pictures*) wurden zur grafischen Darstellung übergreifender Aufgaben in Organisationen entwickelt. Sie visualisieren durch aufzeigen des Austauschs von Dokumenten und Informationen zwischen einzelnen Akteuren deren Kooperationen. Ziel ist es, die Art der Kooperationsform darzustellen [Krabbel et al., 1996b, S. 244]. Kooperationsbilder eignen sich für eine Ist-Analyse aus der Perspektive der Anwender und der Entwickler. Aufbauend auf den Kooperationsbildern der Ist-Analyse können Soll-Zustände entwickelt werden. Da der Fokus der Kooperationsbilder auf der Darstellung der Zusammenhänge aus Anwenderperspektive ist, wurde eine wenig formale Notation gewählt. Ziel der Kooperationsbilder ist es, zum gegenseitigen Verständnisgewinn beizutragen. Insbesondere Entwickler können Kooperationsbilder zur Rückkopplung mit der Anwendergruppe nutzen, um z.B. Unklarheiten zu klären und bisher unbeachtete Aspekte zu identifizieren. Die Darstellung, wie Informationen

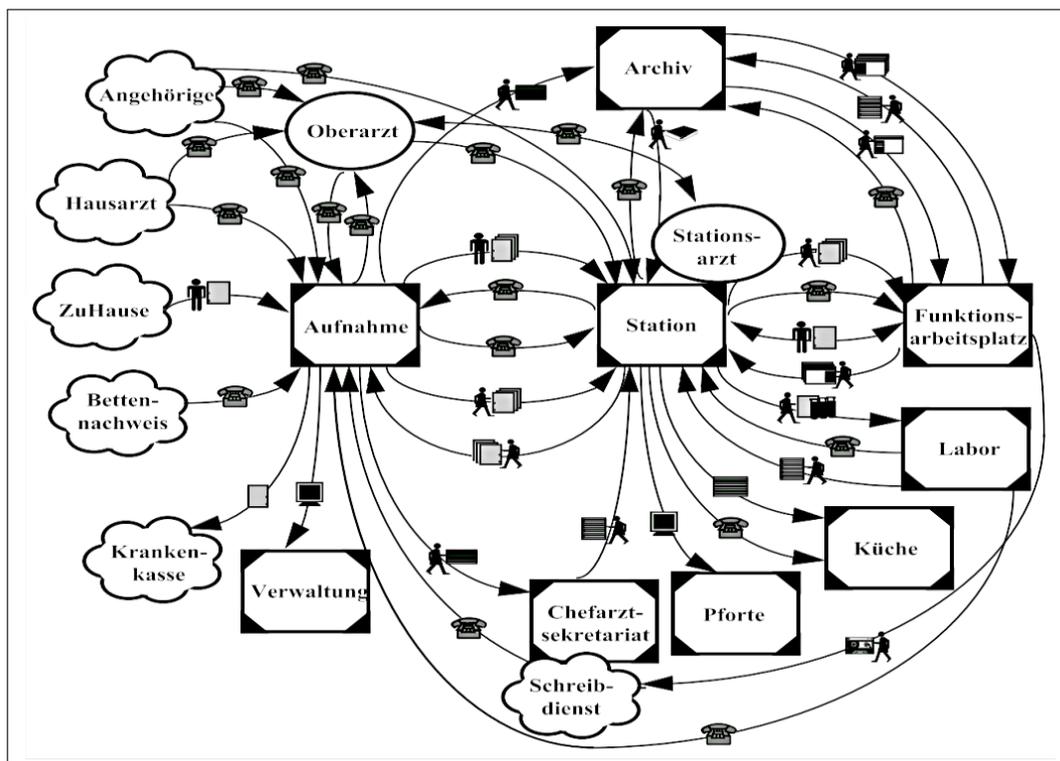


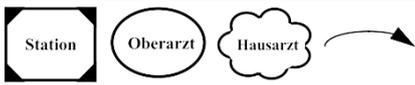
Abbildung 2.5: Kooperations-Bild der Aufnahme eines Patienten  
Quelle: [Krabbel et al., 1996a, S. 96]

und Arbeitsgegenstände im Rahmen von übergreifenden Aufgaben in einer Organi-

sation weitergegeben werden, ist das zentrale Anliegen der Kooperationsbilder. Die hierzu verwendete Notation repräsentiert „Orte“, zwischen denen Informationen und Gegenstände ausgetauscht werden, und verknüpft diese durch Pfeile, um die Art des Austausches zu verdeutlichen. Dadurch wird verdeutlicht, „wer welchen Gegenstand weitergibt oder durch welches Medium Information weitergereicht“ wird. Ein Kooperationsbild der „Aufnahme eines Patienten in einem Krankenhaus“ zeigt Abbildung 2.5. Für die „Verortung“ der Kooperation werden drei Symboltypen verwendet, zwischen denen durch Piktogramme annotierte Pfeile gezeichnet werden. Die drei zentralen Symboltypen repräsentieren

- Organisationsbereiche
- funktionelle Rollen und Bereiche
- funktionelle Rollen außerhalb der Organisation bzw. externe Informationsweitergabe

Die Piktogramme an den Pfeilen spezifizieren die Daten und Informationsweitergabe, indem dargestellt wird, welche Person über welches Medium (Telefon, Rechner, reale Dokumente) Daten und Informationen weitergibt. Eine beispielhafte Notation zeigt Abbildung 2.6

	Symbole für Organisationsbereiche, Funktionelle Rollen und Bereiche/funktionelle Rollen außerhalb des Krankenhauses sowie Informationsweitergabe
	Piktogramme für Mitarbeiter, Patienten, Telefon, Rechner
	Mitarbeiter mit mehreren Dokumenten, Kasette, Krankenakte und Röntgentüte

**Abbildung 2.6:** Notation der Kooperationsbilder  
 Quelle: [Krabbel et al., 1996a, S. 95]

Eine aktuelle grafische Darstellung eines mit der Software ADONIS erstellten Kooperationsbildes zeigt Abbildung 2.7. Hier wird die sequenzielle Folge der Arbeitsschritte durch fortlaufende Nummern an den Pfeilen dargestellt. Dieses Kooperationsbild verbindet eine transitionelle Darstellung mit einer, alle Beziehungen aufzeigenden, strukturellen Darstellung. Im Kooperationsbild fest verortet und somit strukturgebend

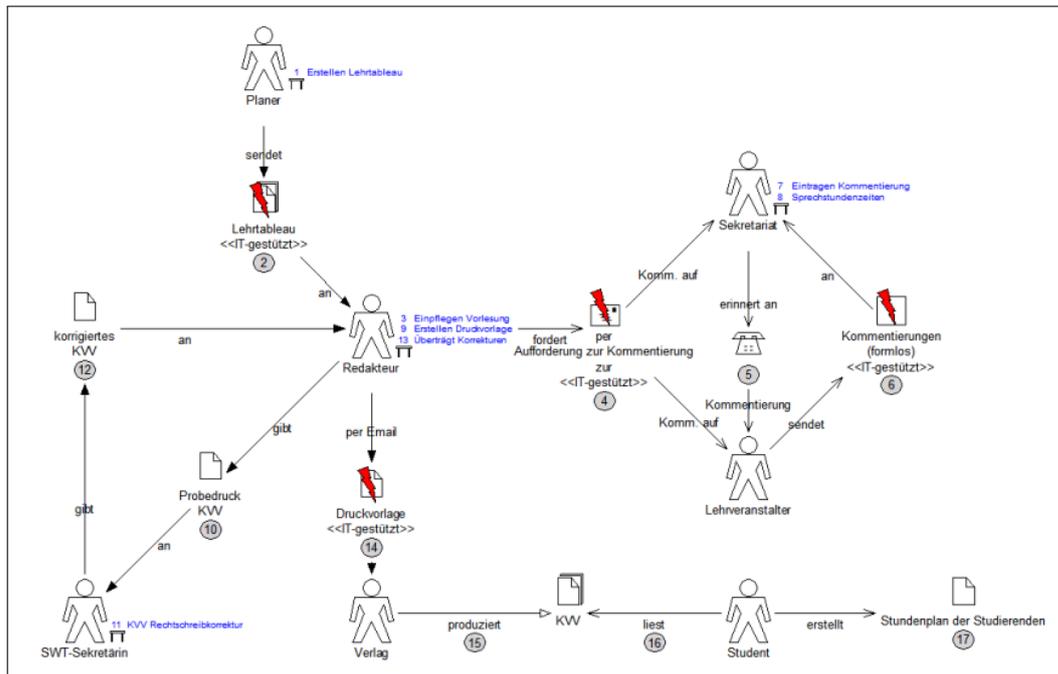


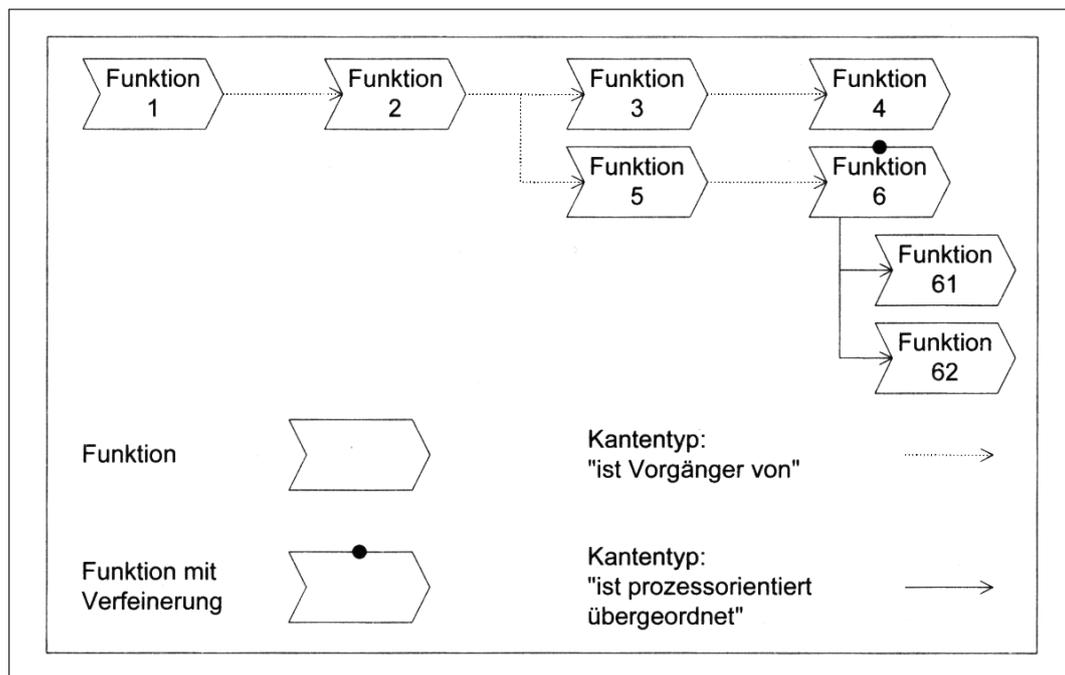
Abbildung 2.7: Kooperationsbild zur Erstellung des kommentierten Vorlesungsverzeichnisses  
Quelle: [Tesmer, 2005, S. 54]

sind hierbei Organisationsbereiche und Rollen. Die Piktogramme der Akteure, der Artefakte und die Anordnung der Pfeile würden für die Darstellung einer anderen übergreifenden Aufgabe variieren.

### Wertschöpfungskettendiagramm

Wertschöpfungskettendiagramme<sup>12</sup> werden im Rahmen der Unternehmensmodellierung dazu verwendet, um die zentral zur Wertschöpfung des Unternehmens betragenden Prozesse in Bezug zueinander zu setzen und durch die Nennung von internen und externen Prozessbeteiligten sowohl Aufbau als auch die Ablauforganisation darzustellen. Diese Darstellung ist für diese Arbeit relevant, da sie bei der IT und Prozessorganisation sehr gängig ist und sich insbesondere Daten und Informationsverarbeitung gut darstellen lassen. Der Fokus liegt auf der Abbildung und Beschreibung der Prozessschritte, die direkt zur Wertschöpfung innerhalb des Unternehmens beitragen (ein Beispiel zeigt Abbildung 2.8). Wertschöpfungskettendiagramme stellen also nur die wichtigen

<sup>12</sup>auch als Prozesslandkarten bekannt



**Abbildung 2.8:** Wertschöpfungskettendiagramm  
Quelle: [Rosemann et al., 2005, S. 64]

Geschäftsprozesse eines Unternehmens dar. Die Darstellung ist übersichtlich, jedoch auch stark vereinfacht und abstrakt. Indem sie die, auf höheren Detaillierungsebenen üblicherweise vorgenommene analytische Trennung in fachliche Sichten (beispielsweise in Organisation, Funktionen und Daten) aufheben, lassen sich Beziehungen zwischen diesen fachlichen Sichten systematisch und redundanzfrei darstellen. Wertschöpfungskettendiagramme dienen dadurch als Hilfsmittel der strategischen Planung und als Einstiegspunkt in, zum Beispiel in Form von Ereignisnetzen vorhandene, spezifischere Prozessmodelle. Üblicherweise werden in ihnen keine Verzweigungen des Prozessablaufes dargestellt. Das Kernelement eines Wertschöpfungskettendiagramms ist ein von links nach rechts gerichteter grober Pfeil. Dieses Symbol repräsentiert auf einer sehr abstrakten Ebene eine Funktion. Die einzelnen Funktionen können in einer logischen Vorgänger-/Nachfolger-Beziehung oder in einer hierarchischen Beziehung stehen (vgl. [Rosemann et al., 2005, S. 64-65] und [Seidlmeier, 2006, S. 66, 71]). Auch in der Softwarekartographie werden Wertschöpfungsketten zur Verortung von Kartenelementen – das sind hier die im Rahmen der Prozessarbeit verwendeten IT-Systeme – eingesetzt (vgl. [Matthes et al., 2005, S. 10-12]).

### Wertstromdiagramm

Mit *Wertstromdiagrammen* lassen sich Rahmen der Methode „Wertstromanalyse“ Material- und Informationsflüsse grafisch darstellen. Wertstromdiagramme sind für diese Arbeit interessant, da in ihnen eine Metrik zur Darstellung der Wertschöpfung verwendet wird. Bei dieser Darstellung steht also nicht der Prozessablauf, sondern das Prozessziel im Vordergrund. Ein Beispiel zeigt Abbildung 2.9. Die Wertstromanalysemethode ist ein Werkzeug für die Ablaufoptimierung in der Produktion. Bestehende Prozesse in Supply Chain und Produktion lassen sich mit ihr analysieren und verbessern. Insbesondere ist sie für Prozesse geeignet, bei denen sowohl Material- als auch Informationsverarbeitung stattfindet. Dies sind typischerweise Prozesse, bei denen Materialflüsse einen hohen Stellenwert haben. Einfache Informationsverarbeitungsflüsse lassen sich darstellen. Es ist jedoch in einem klassischen Wertstromdiagramm der Produktionswirtschaft nicht vorgesehen, komplexe Informationsverarbeitungsprozesse differenziert darzustellen (vgl. [Becker, 2008, S. 139-146]).

Wertstromdiagramme sind für diese Arbeit interessant, da in ihnen eine Metrik zur Darstellung der Wertschöpfung verwendet wird. Bei dieser Darstellung steht also nicht der Prozessablauf, sondern das Prozessziel im Vordergrund.

Ausgehend von den Kundenanforderungen kann mit einem Wertstromdiagramm der gesamte Material- und Informationsfluss bis zum Lieferanten in allen Bearbeitungs- und Produktionsschritten dargestellt werden. Die Notation der Wertstromdiagramme ist dabei im Gegensatz zu vielen für die Konstruktion von Systemen verwendeten Visualisierungstechniken bewusst einfach gehalten. Das vordergründige Ziel ist es, die Prozesse intuitiv darzustellen, um den Mitarbeitern eine Kommunikation über die Prozesse zu ermöglichen.

Die Diagramme werden von links (die Lieferanten) nach rechts (die Kunden des Prozesses) gelesen. Einzelne Prozessschritte werden durch Rechtecke dargestellt und in ihrer zeitlichen und logischen Reihenfolge angeordnet. Die Prozesse werden in diesem Diagrammtyp jedoch nicht nur dargestellt, sondern darüber hinaus durch eine kleine Tabelle unterhalb des Rechtecks näher beschrieben. Da die Wertstromdiagramme Produktions- und Supply-Chain-Prozesse darstellen, finden sich in dieser Tabelle Angaben wie Zykluszeit, Rüstzeit und Losgröße. Würde man Wertstromdiagram-

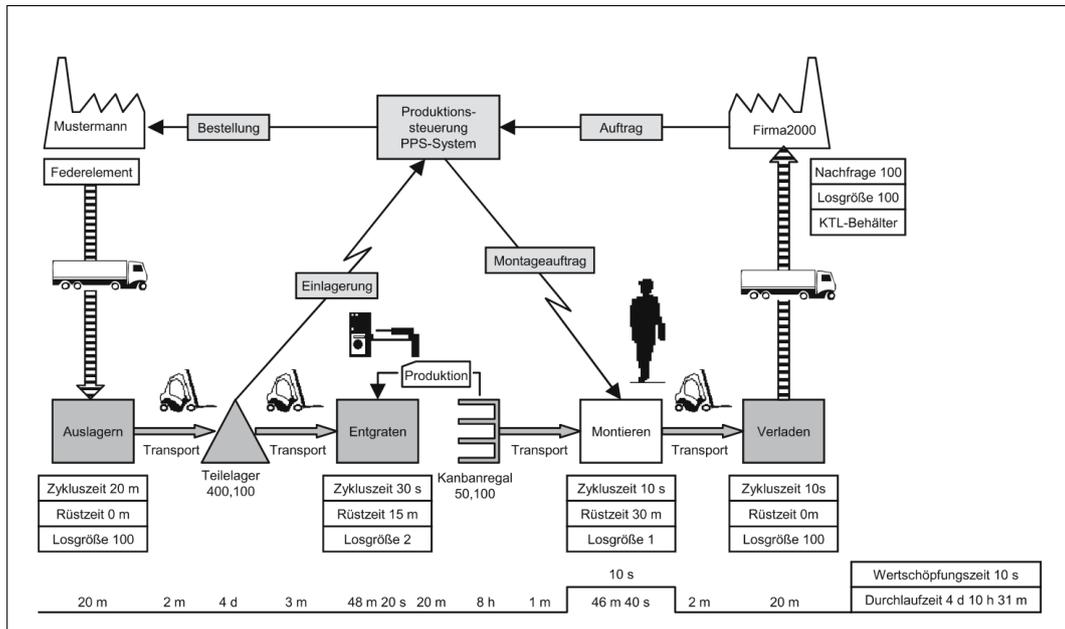


Abbildung 2.9: Beispiel eines Wertstromdiagramms  
Quelle: [Becker, 2008, S. 140]

Symbol	Bezeichnung	Symbol	Bezeichnung
	Kunde		Informationsfluss manuell
	Lieferant		Informationsfl. elektronisch
	Prozess		Materialfluss intern
	Lager		Materialfluss extern
	Kanban-Supermarkt		Kanban-Prozess
	FIFO-Lager		Dokument
	Puffer		Produktionssteuerung
	Nicht wertschöpfende Durchlaufzeit		Wertschöpfungszeit Durchlaufzeit

Abbildung 2.10: Legende des Wertstromdiagramms  
Quelle: [Becker, 2008, S. 141]

me zur Beschreibung anderer Kontexte einsetzen, wäre es möglich, hier andere, den einzelnen Prozess spezifizierende Angaben zu hinterlegen (beispielsweise Kundenzufriedenheit, Grad der Automation und dergleichen). Zur anschaulichen Darstellung von wichtigen Organisationseinheiten (Lager etc.) stehen intuitiv verständliche Symbole zur Verfügung. Die Notation umfasst darüber hinaus diverse Pfeile, mit denen sich Informations- und Materialflüsse differenziert darstellen lassen. Eine Besonderheit der Wertstromdiagramme ist, dass den einzelnen Prozess- und Transportschritten eine Metrik zugrundeliegt. Die Einheit dieser Metrik ist die Durchlaufzeit der einzelnen Schritte. Aus Platzgründen sind die einzelnen Symbole jedoch nicht entsprechend dieser Zeit verortet, sondern es wird stattdessen eine in Abhängigkeit der Position der Symbole verzerrte Skala im unteren Bereich des Diagramms angegeben (siehe Abbildung 2.9). In der Tabelle im unteren rechten Rand des Diagramms werden die Summe der Zykluszeiten aller wertschöpfenden Tätigkeiten und die Summe der Durchlaufzeiten angegeben. Hieraus und dadurch, dass wertschöpfende Prozesse in einer anderen Farbe als nicht-wertschöpfende Supportprozesse dargestellt werden, lässt sich einfach ablesen, wie effizient der dargestellte Gesamtprozess ist. Auch hier bietet dieser Diagrammtyp interessante Optionen für die Darstellung von Inhalten, die in anderen Kontexten relevant sind.

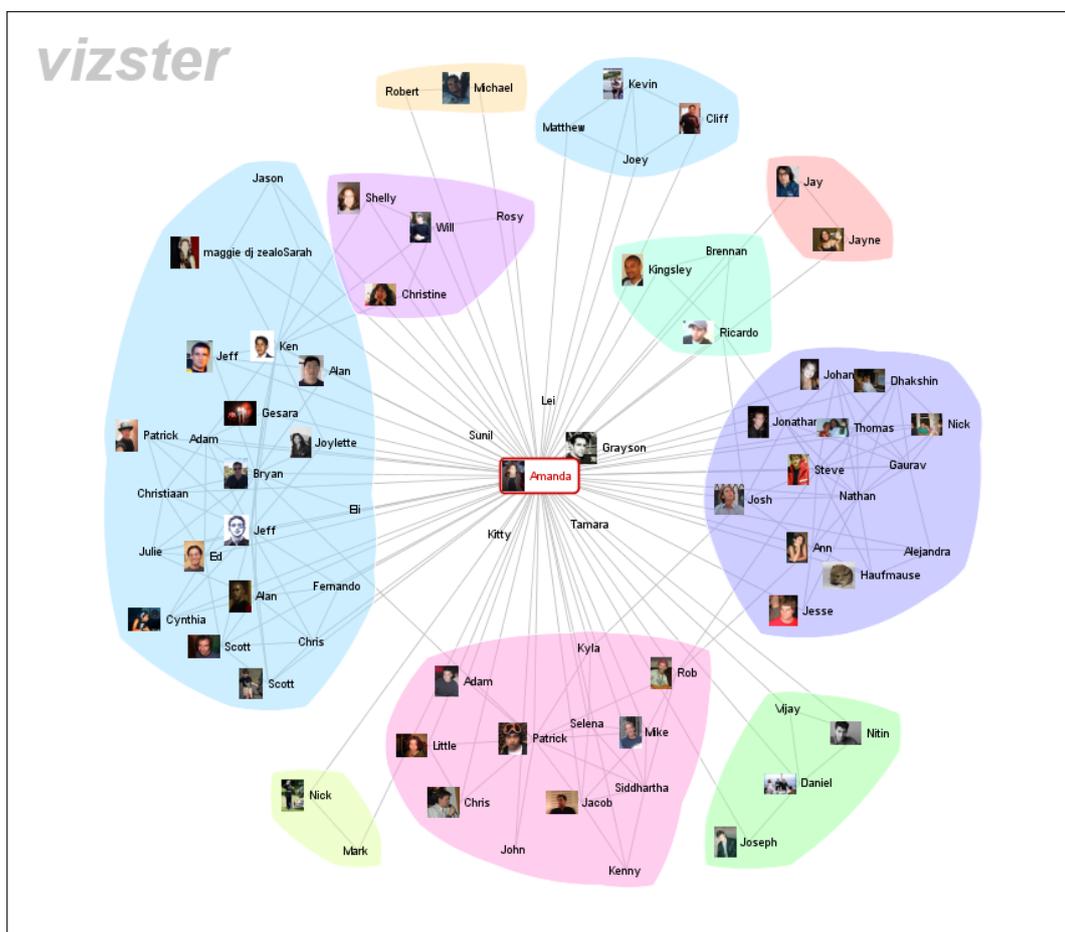
Leider sind insbesondere zwei Symbole der Notation für Kenner der Mikropolis-Illustrationen und der Konstellationsanalyse sehr missverständlich. Zum einen ist das Symbol für „Lager“ – ein Dreieck – dem Symbol für eine Organisation in den Mikropolis-Illustrationen (auch ein Dreieck) sehr ähnlich. Zum anderen wird in den Wertstromdiagrammen ein elektronischer Informationsfluss durch einen gezackten Pfeil (ähnlich der schematischen Darstellung eines Blitzes) angezeigt. Bei der Konstellationsanalyse werden durch dieses Symbol „konfliktvolle Beziehungen“ bezeichnet. Siehe dazu Abbildung 1.2, Abbildung 2.10 und Abbildung 2.12.

### **Soziales Netzwerk**

Einen, zumindest für die Informatik, exotischen Inhalt haben die hier vorgestellten sozialen Netzwerke. Bei ihnen wird nicht auf technische oder sachlogische Zusammenhänge eingegangen, vielmehr werden durch gemeinsame Eigenschaften einzelner Personen reale oder hypothetische Verbindungen zwischen ihnen dargestellt. Die Vi-

ualisierung dient dazu, Strukturen aufzuzeigen um daraus z.B. wissenschaftliche Erkenntnisse abzuleiten.

Visuelle Darstellung von sozialen Netzwerken (engl. *social-networks*) werden unter anderem in der Soziologie, der Geographie, den Kommunikations- und den Wirtschaftswissenschaften zur Analyse und Forschung eingesetzt. Interaktive visuelle Darstellungen von sozialen Netzwerken können aber auch zur Navigation auf social network Seiten und Communities im Internet verwendet werden [Heer und Boyd, 2005, S. 3]. Eine beispielhafte Darstellung ist in Abbildung 2.11 zu sehen. Visuelle soziale Netzwerke



**Abbildung 2.11:** Darstellung von Gruppen in einem visualisierten sozialen Netzwerk  
Quelle: [Heer und Boyd, 2005, S. 7]

bestehen aus Knoten und Kanten (Verbindungen). Die Knoten repräsentieren Individuen, die Kanten bzw. Verbindungen ergeben sich durch Beziehungen zwischen den einzelnen Individuen. Diese Beziehungen basieren beispielsweise auf geteilten Werten,

Visionen, Freundschaft, Antipathie, Verwandtschaft oder Handelsbeziehungen. Durch diese Verbindungen bilden sich Strukturen heraus, auf deren Basis etwa versucht wird zu erklären, wie Gesellschaften funktionieren, wie sich Innovationen ausbreiten oder welche Handlungsmöglichkeiten Individuen haben. Dabei liegt die Betonung auf den Strukturen und nicht auf den Eigenschaften der einzelnen Individuen (Akteure). Im Rahmen der Forschung wird daher der Frage nachgegangen, wie die Strukturen der Verbindungen die Individuen und ihre Beziehungen beeinflussen.

Die Netzwerkbeziehungen werden mit Hilfe von Algorithmen<sup>13</sup>, die auf Basis der Eigenschaften der Individuen Nähebeziehungen errechnen, im zwei- oder dreidimensionalen Raum gezeichnet. Häufig wird hierzu eine egozentrische Darstellung gewählt, also die Sichtweise ausgehend von einem im Zentrum befindlichen Individuum, von dem die übrigen Verbindungen ausgehen. Das Netzwerk lässt sich jedoch von dieser Ansicht aus um in der Nachbarschaft liegende Knoten erweitern. Dies kann allerdings dazu führen, dass sich die Netzwerkstruktur anders anordnet [Heer und Boyd, 2005, S. 4]. Die Netzwerkstruktur aus Sicht eines anderen Individuums betrachtet ändert die Anordnung der Knoten in jedem Fall. Neben der Struktur sozialer Netzwerke lassen sich auch Pfade von einem Individuum zu einem anderen, bestimmte Attribute (Geschlecht, Alter, Rollen usw.) und Gruppen (Cluster) hervorheben.

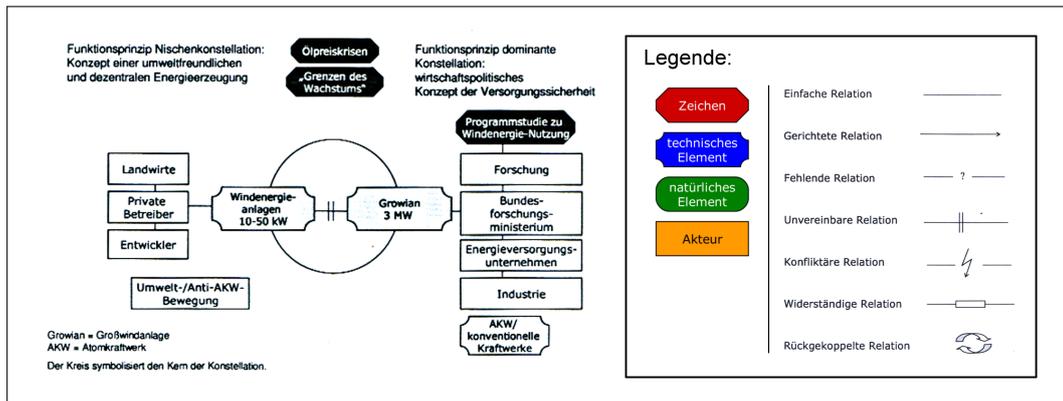
### **Konstellationsanalyse**

Die Konstellationsanalyse ist ein von Schön et al. [2007] entwickeltes transdisziplinäres Brückenkonzept. Es beschreibt ein methodisches Vorgehen für die problemorientierte Beschreibung von Konstellationen. Ziel ist die Unterstützung inter- und transdisziplinärer Verständigung in analytischen und gestalterischen Prozessen, vornehmlich in der Nachhaltigkeits-, Technik- und Innovationsforschung. Für die Beschreibung der Konstellationen werden daher sehr unterschiedliche Perspektiven einbezogen. Neben verschiedenen Disziplinen werden explizit wissenschaftliche als auch außerwissenschaftliche Sichtweisen berücksichtigt. Zur Beschreibung dienen die fünf Elemente „soziale Akteure“, „technisches Element“, „natürliches Element“, „Zeichen“ sowie als Mischform „hybride Elemente“. Die Art der Beziehung zwischen den Elementen lässt sich durch zahlreiche Relationen (siehe Abbildung 2.12) beschreiben. Bei der Kartierung einer

---

<sup>13</sup>Beispielsweise spring-embedding, Straight Line Embedding, MDS, multidimensional scaling (MDS)

konkreten Konstellation werden im Gegensatz zu vielen Visualisierungstechniken die der Konstruktion eines Systems dienen lediglich die für die Konstellation bedeutendsten dargestellt.



**Abbildung 2.12:** Beispiel der Kartierung einer Konstellation im Rahmen der Konstellationsanalyse  
 Quelle: Zusammengestellt nach [Schön et al., 2007, S. 18, 20 und 85]

Die Konstellationsanalyse besteht aus einem konzeptionellen und einem methodischen Kern. Durch den konzeptionellen Kern wird die gleichrangige Betrachtung heterogener Elemente theoretisch begründet. Schön et al. [2007] merken an, dass es insbesondere in sozialwissenschaftlichen Forschungs- und Diskussionszusammenhängen nicht unumstritten ist, technische Elemente auf eine Ebene mit sozialen Elementen zu stellen [Schön et al., 2007, S. 50]. Der Zweck der Konstellationsanalyse „(...) ist nicht die De-, sondern die problemorientierte Rekonstruktion, und die gleichberechtigte Berücksichtigung heterogener Elemente ist nichts anderes als eine Operationalisierung dieser Aufgabenstellung“ [Schön et al., 2007, S. 53]. Konzeptionell begründet wird darüber hinaus auch die Fokussierung auf die Beziehungen zwischen den Elementen. Den methodischen Kern der Konstellationsanalyse betrifft die Wahl der in Abbildung 2.12 gezeigten Notation und der sich daraus ergebenden Konstellationskarten. Sie werden in einem moderierten Prozess gemeinsam durch alle Beteiligte kartiert. Das Hauptaugenmerk der Konstellationsanalyse ist ihre methodisch fundierte Durchführung in einem transdisziplinären Forschungskontext und nicht die möglichst exakte visuelle Repräsentation. [Schön et al., 2007, S. 15-56]

### 2.2.2 Ergebnisse der Analyse

Nachdem nun ausgewählte Visualisierungstechniken vorgestellt wurden, sollen im Folgenden wichtige Kategorien, die den Visualisierungstechniken zugrunde liegen, herausgearbeitet werden. Die folgenden vier Kategorien werden für das Thema dieser Arbeit als wichtig erachtet: „Perspektive und Zweck der Visualisierung“, „Spezifizierung“ sowie zwei Kategorien, die sich direkt auf den Inhalt der Abbildungen beziehen: „Elemente“ und „relationale bzw. transitionale Darstellung“. Diese Kategorien dienen dazu, die Visualisierungstechniken zueinander in Bezug zu setzen und daraus Kriterien für Visualisierungen im Rahmen der Mikropolis-Sichtweise abzuleiten.

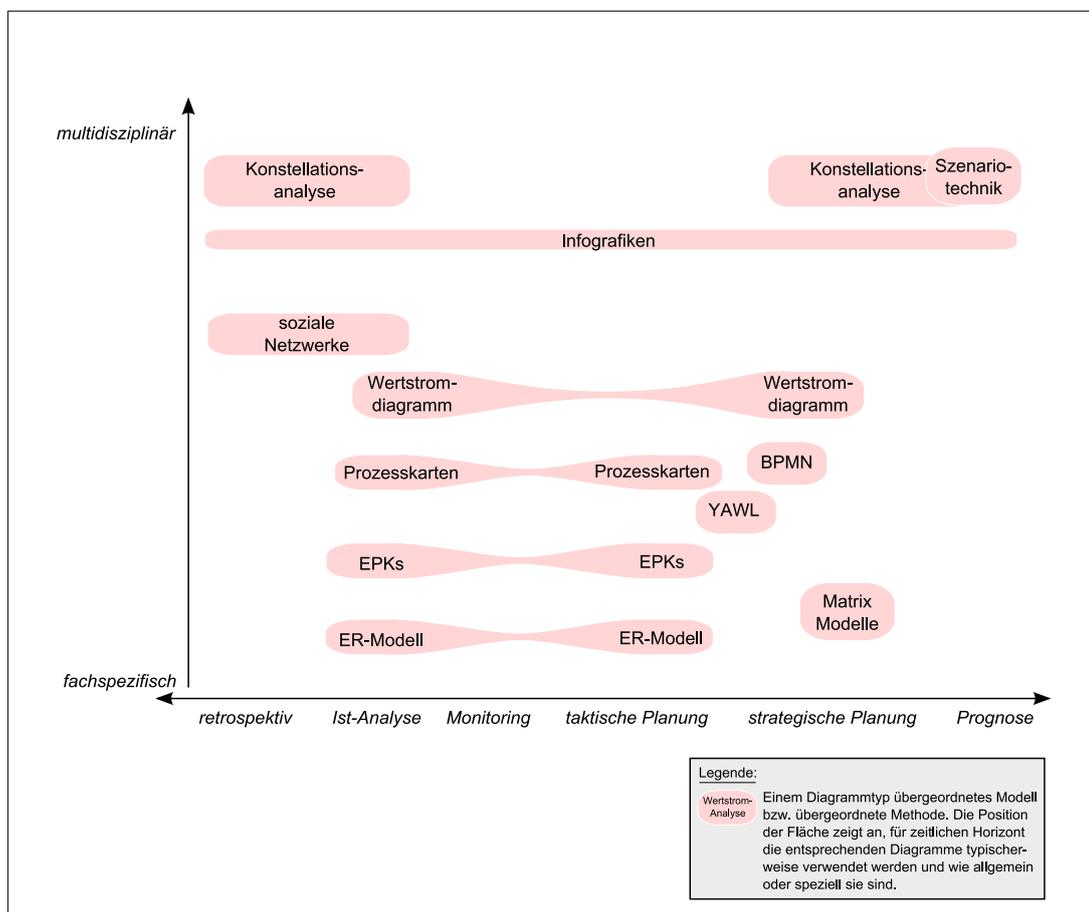
#### Perspektive und Zweck der Visualisierung

Die im vorherigen Abschnitt dargestellten Visualisierungstechniken werden jeweils für bestimmte Zwecke eingesetzt. Bei der Konstellationsanalyse und den Darstellungen der sozialen Netzwerke ist dies zum Beispiel der **retrospektive Erkenntnisgewinn**. In [Schön et al., 2007, S. 89-90] wird mithilfe von vier Karten, die sich auf jeweils unterschiedliche, in der Vergangenheit liegende Zeiträume beziehen, die Entwicklung der Windenergienutzung nachgezeichnet. Visualisierungen aus dem Bereich der Systemmodellierung (EPK-Diagramme, Swimlane-Diagramme<sup>14</sup>, Prozesslandkarten etc.) werden zur **Abbildung des Ist-Zustandes** verwendet. Es geht hierbei darum, den aktuellen Zustand festzuhalten, um auf dieser Basis Verbesserungen zu planen. Hierbei werden nur die subjektiv relevanten Sachverhalte festgehalten. Eine solche Visualisierung ist statisch und veraltet mit der Zeit. Einen möglichst aktuellen Blick auf das der Visualisierung zugrunde liegende System werfen zu können, ist das Ziel von visueller Monitoringsoftware. Zahlreiche Hersteller bieten in diesem Bereich Softwarelösungen zur Überwachung und zur Wartung von IT-Infrastrukturen an. Eine prospektive Sichtweise wird eingenommen, wenn es um Neuentwicklungen oder die taktische und strategische Planung von Veränderungen geht. Für die **Modellierung im Vorfeld der Konstruktion eines IT-Systems** werden häufig visuelle Modellierungen wie die „Unified Modeling Language“ (UML) oder Ereignisnetze eingesetzt. Für die **strategische Planung** werden im betriebswirtschaftlichen Bereich Matrix-Modelle wie

---

<sup>14</sup>Die Business Process Modeling Notation Diagramme (BPMN) sind beispielsweise Swimlane-Diagramme.

etwa die Ansoff-Matrix oder die Boston Consulting Group Matrix (BCG-Matrix) zur Visualisierung von Marktposition und Kennzahlen eingesetzt. Bei ihnen steht die intuitive Darstellung von Ergebnissen aus der Analyse der Geschäftskernprozesse im Vordergrund. Details und externe Ursachen werden bei dieser Form der Visualisierung in der Regel nicht spezifiziert. Der **Erstellung von Prognosen** dienen Visualisierungen der Konstellationsanalyse und der Szenariotechnik. Beide zeigen bedeutende Einflüsse zwischen einzelnen Elementen. Die tendenzielle Einordnung der beschriebenen Visualisierungstechniken in Bezug auf Disziplinarität und den zeitlichen Horizont beziehungsweise Zweck stellt Abbildung 2.13 dar.



**Abbildung 2.13:** Tendenzielle Eignung einzelner Visualisierungstechniken in Bezug auf Disziplinarität und den zeitlichen Horizont  
Quelle: eigene Darstellung

Für die Mikropolis-Sichtweise ist sowohl eine retrospektive Perspektive, etwa für das Aufzeigen eines Techniknutzungspfades, relevant sowie eine prospektive Perspektive für die Prognose zukünftiger Entwicklungen. Eng verknüpft mit der Wahl eines zeitlichen Horizonts ist auch die – einer Visualisierung zugrunde liegende – Intention. Bei retrospektiven Visualisierungen ist die Intention der Erkenntnisgewinn. Bei sich auf die Gegenwart und die nähere Zukunft beziehenden Visualisierungen soll die aktuelle Situation beschrieben oder eine Konstruktion unterstützt werden. Diese Visualisierungen können durchaus durch ein bestimmtes Leitbild „gefärbt“ sein. Bei Visualisierungen, die sich auf einen weit in der Zukunft liegenden Zeitpunkt beziehen, dominiert dagegen selten ein bestimmtes Leitbild.

### **Spezifizierung**

Der Inhalt der betrachteten Visualisierungstechniken ist bei den einzelnen Visualisierungstechniken jeweils unterschiedlich stark spezifiziert. Hierbei sind zwei Dimensionen der Spezifizierung zu unterscheiden – der allgemeine Abstraktionsgrad und der Grad der fachlichen Spezifizierung. Zum einen kann es sich grundsätzlich um eine abstrakte oder eine detaillierte Darstellung handeln. Je höher die Abstraktion, desto mehr bekannte gleichartige Entitäten werden in einem übergeordneten Objekt subsumiert. Ein Beispiel hierfür ist die Zusammenfassung mehrerer Mitarbeiter einer Abteilung in einem Organigramm. Zum anderen lassen sich Sachverhalte auf allen Abstraktionsebenen eher fachspezifisch oder eher fachübergreifend betrachten. Ein globales Kommunikationsnetzwerk lässt sich sowohl detailliert technisch beschreiben als auch weit allgemeiner in Bezug auf seine möglichen Verwendungsarten.

Da die in der Mikropolis-Sichtweise verwendeten Perspektiven (soziotechnischer Kern, Mikrokontext und Makrokontext) ein sehr breites Spektrum umfassen, ist für Visualisierungen im Mikropolis-Kontext sowohl eine detaillierte als auch eine sehr abstrakte Darstellung relevant. Hierauf werde ich in Unterkapitel 2.3.3 noch näher eingehen. In Bezug auf den Grad der fachlichen Spezifizierung ist für Visualisierungen im Mikropolis-Kontext lediglich eine fachübergreifende Betrachtung relevant. Kern der Mikropolis-Sichtweise ist eine soziotechnische und transdisziplinäre Sichtweise, wodurch sich rein fachspezifische Darstellungen ausschließen.

### Elemente

Bei der Mehrzahl der betrachteten Visualisierungstechniken werden die abzubildenden Elemente durch Symbole (Kreis, Dreieck, Rechteck usw.) oder schematische Zeichnungen dargestellt und durch Linien oder Pfeile in Bezug zueinander gesetzt<sup>15</sup>. Ein Vorteil der Symbole liegt in der schnellen Unterscheidbarkeit einzelner dargestellter Typen. Konkrete Elemente und deren Details lassen sich erst bei genauerer Betrachtung ausmachen. Oft muss dafür die textuelle Beschreibung gelesen und verstanden werden. In der Konsequenz sind für den Leser bekannte Bezugspunkte, die in der Darstellung aufgeführt sind, aufgrund der uniformen Darstellung schwer auszumachen. Diesem Problem wird bei Visualisierungstechniken, wie den Kooperationsbildern oder den Wertstromdiagrammen, durch die Verwendung schematischer Zeichnungen begegnet. Sie wecken Assoziationen und sind dadurch intuitiver lesbar. Da schematische Zeichnungen Elemente jedoch nur prototypisch darstellen, kann es hierbei auch leicht zu missverständlichen Bedeutungen oder zur ungewollten Überzeichnung einzelner Attribute des darzustellenden Elements kommen. In Abbildung 2.14 sind exemplarisch einzelne Notationen, die sich in den jeweiligen Visualisierungstechniken auf ähnliche Inhalte beziehen, gegenübergestellt. Die Gegenüberstellung verdeutlicht, dass Visualisierungen immer eine ganz bestimmte Perspektive einnehmen und einen ganz bestimmten Sachverhalt beleuchten. Auffällig ist auch, dass es schwerfällt, eindeutige übergeordnete Kategorien zu identifizieren und Entsprechungen zwischen einzelnen Visualisierungstechniken zu finden. Darüber hinaus zeigen sich „blinde Flecken“, also Inhalte, für die, sei es bewusst oder unbewusst, keine Notation zur Verfügung steht.

### Relationen oder Transitionen

Viele der vorgestellten Visualisierungstechniken enthalten Verbindungen in Form von Linien oder Pfeilen zwischen einzelnen Elementen. Obwohl sich diese Diagramme optisch recht ähnlich sind, stellen sie doch Unterschiedliches dar. In dem einen Fall wird gezeigt, wie zwei Entitäten grundsätzlich zueinander stehen, im anderen Fall werden konkrete Handlungen zwischen zwei Entitäten oder aber Übergänge (Transitionen) von einem Zustand zum anderen dargestellt. Die Verbindung zwischen zwei Elementen bezieht sich demnach jeweils auf eine bestimmte Eigenschaft des dargestellten Elements.

---

<sup>15</sup>Auf die Verbindungen werde ich im nächsten Abschnitt eingehen.

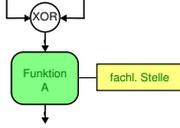
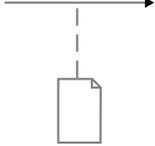
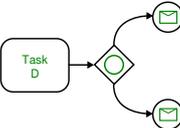
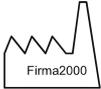
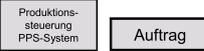
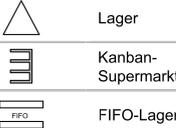
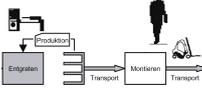
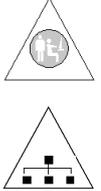
	Akteur	Organisation	Artefakt (technisch) (geschrieben)	Ressource (natürliche) (Wissen)	Funktion (technisch) (fachl. Rolle)
eEPK (erweiterte Ereignis-gesteuerte Prozess-kette)	keine direkte Entsprechung vorhanden.			keine direkte Entsprechung vorhanden.	
BPMN (Business Process Modeling Notation)	keine direkte Entsprechung vorhanden.	keine direkte Entsprechung vorhanden.	keine direkte Entsprechung vorhanden.		
Wertstrom-diagramm	keine direkte Entsprechung vorhanden.				
Konstel-lations-analyse					keine direkte Entsprechung vorhanden.
Mikropolis Sichtweise				keine direkte Entsprechung vorhanden.	keine direkte Entsprechung vorhanden.

Abbildung 2.14: Exemplarische Gegenüberstellung einzelner Notationen für ähnliche Inhalte  
Quelle: eigene Darstellung

Je formaler die Visualisierungstechnik ist, desto klarer ist die Definition. Bei den ER-Diagrammen ist eine Verbindung nur dann formal möglich, wenn die einzelnen Tabellen entsprechend konfiguriert wurden, so dass sich ihre Einträge wechselseitig aufeinander beziehen. Sehr viel ungenauer sind hingegen beispielsweise die Beziehungen zwischen zwei Elementen in der Konstitutionsanalyse definiert. Sie drücken entsprechend der Notation (gerichtet, rückgekoppelt, unvereinbar, konfliktträchtig etc.) lediglich aus, dass in irgendeiner Weise eine Beziehung besteht. Hier stellt sich nun die Frage, wie sich die Eigenschaften der einzelnen Elemente aufgrund eben dieser Beziehungen verändern. Es sollte zum Beispiel benannt werden, auf welche Eigenschaften (auf die Laune, auf das Guthaben des einen oder des anderen, o.ä.) sich eine konfliktträchtige Beziehung zwischen zwei Elementen auswirkt.

Es gibt Darstellungen, die die Relationen (Beziehungen) zwischen zwei Entitäten (Elementen) zeigen. Ein Organigramm einer Firma stellt beispielsweise die offiziellen Weisungsbefugnisse dar. Petri-Netze und davon abgeleitete Darstellungen wie EPKs (ereignisgesteuerte Prozessketten) stellen hingegen (deterministische) Transitionen (Übergänge) zwischen Elementen innerhalb eines Netzes dar.

Die Analyse der Visualisierungstechniken zeigt, dass es nicht immer sinnvoll ist, alle Verbindungen zwischen den Elementen zu zeichnen. Auch für Visualisierungen aus dem Mikropolis-Kontext muss geklärt werden, ob alle möglichen oder die wahrscheinlichsten oder nur ganz bestimmte Verbindungen gezeigt werden und welchen Charakter die Beziehungen haben. Entsprechend sollten für die einzelnen Entitäten Eigenschaften angegeben werden, auf deren Basis sich die Beziehungen ergeben. Die Mikropolis-Sichtweise kennt mit der strukturalen und der temporalen Sicht [Porto de Albuquerque et al., 2007, S. 5] eine ähnliche Unterscheidung. Die strukturale Sicht der Mikropolis-Sichtweise entspricht dabei tendenziell der Darstellung von Relationen. Strukturen sind generell identifizierbare, also vom konkreten Kontext abstrahierte Handlungsmuster. Sie können durch grundsätzlich bestehende Relationen zwischen zwei Elementen beschrieben werden. Transitionen hingegen stellen eine konkrete, potentiell mögliche Zustandsfolge dar. Dies ähnelt der temporalen Sicht der Mikropolis-Sichtweise, welche sich durch einen Techniknutzungspfad beschreiben lässt.

## 2.3 Eignung von Visualisierungstechniken zur Darstellung soziotechnischer Prozesse

Nach der Vorstellung ausgewählter, weitgehend fachspezifischer Visualisierungstechniken im vorangegangenen Teil sollen nun multiperspektivische Ansätze dargestellt werden. Im Gegensatz zu den rein fachspezifischen Visualisierungstechniken unterstützen sie durch die Berücksichtigung sowohl technischer als auch sozialer Faktoren in Ansätzen die soziotechnische Sichtweise. Besondere Anforderungen, die sich aus einer forschungszentrierten Betrachtung des soziotechnischen Ansatzes und seiner Visualisierung ergeben, werden daher in Unterkapitel 2.3.2 formuliert. Abschließend werden in Unterkapitel 2.3.3 die Visualisierungstechniken und die Mikropolis-Illustrationen zueinander in Bezug gesetzt und in die Begriffswelt der Mikropolis-Sichtweise eingeordnet.

### 2.3.1 Multiperspektivische Visualisierungstechniken

Die bisher vorgestellten Visualisierungstechniken sind in dem jeweiligen fachlichen Kontext, für den sie entwickelt wurden, hervorragend geeignet, die gewünschten Inhalte zu vermitteln. Geht es, wie es bei der Entwicklung von Informationssystemen der Fall ist, darum, mehrere fachspezifische Sichtweisen in Einklang zu bringen, fehlen gemeinsame Bezugspunkte und ein gemeinsames Vokabular. Um diesem Problem zu begegnen, gibt es verschiedene Strategien. Der Standard IEEE 1471 [Maier et al., 2001] definiert, wie eine gute Beschreibung einer Softwarearchitektur aussehen soll. Er betont die Wichtigkeit verschiedener Sichtweisen (engl. *views*), ohne einer bestimmten den Vorrang zu geben. Die Ersteller des Standards schlagen hierfür auch keine neue Notation vor, sondern plädieren dafür, gängige Beschreibungen von Softwarearchitekturen gemäß des IEEE 1471 Standards anzugleichen und ggf. zu erweitern. Parallelen zur Kartographie, bei der man zunächst auch mit diversen Maßeinheiten umgehen musste, sind auffällig.

Eine weitere Strategie zur Vereinigung mehrerer Sichtweisen ist die Erstellung möglichst Bilderbuch ähnlicher und damit ohne Vorwissen verständlicher Illustrationen. Diese unter dem Namen „Infografiken“ (engl. *Root Maps*<sup>16</sup>) bekannten Illustrationen werden

---

<sup>16</sup>Root Maps ist ein Eigenname des Visualisierungs-Beraters 'Root Learning'.

in Unternehmen eingesetzt, um dort der Belegschaft komplexe Themen, wie eine anstehende Umstrukturierung zu vermitteln [Heuer, 2006, S. 122-127]. Prototypische Charaktere sollen dabei den einzelnen Mitarbeitern helfen, ihre Position innerhalb der Illustration zu finden. Der in Abbildung 2.15 dargestellte Canyon ist in diesem Beispiel eine Metapher für die Kluft zwischen zwei Parteien innerhalb eines Unternehmens. Neben den großen Zusammenhängen finden sich in der Infografik auch zahlreiche Details wie Diagramme und kurze Informationstexte. Da Infografiken sehr aufwändig zu erstellen sind, eignen sie sich nur zur Vermittlung eines bereits erarbeiteten und somit bekannten Themas. Als Hilfsmittel der taktischen oder strategischen Planung sind sie nicht geeignet. Obwohl Infografiken sich an viele Beteiligte richten und ihre (vermeintlichen) Standpunkte darstellen, zeigen auch sie tendenziell nur eine subjektive Sichtweise des Auftraggebers.

### **2.3.2 Anforderungen an Visualisierungen im Rahmen der Mikropolis-Sichtweise**

Die zu Beginn dieses Kapitels beschriebene Analyse ausgewählter Visualisierungstechniken diente dazu, Themen, Perspektiven, Aufbau und zu berücksichtigende Elemente zu identifizieren. Dabei zeigte sich, dass es ein breites Spektrum an Visualisierungstechniken gibt, und dass die Wahl für eine bestimmte Technik sehr stark vom gewünschten Zweck, etwa der Konstruktion eines IT-Systems, abhängt. Es wurde dargelegt, dass die einzelnen Visualisierungstechniken daher für ihren jeweiligen Zweck gut geeignet sind, jedoch immer nur einen konkreten Kontext und dies oft lediglich aus einer bestimmten Perspektive beschreiben. So berücksichtigen sie zwar mitunter sowohl soziale als auch technische Komponenten, ein soziotechnischer Ansatz im Sinne der Betonung einer zielgerichteten Verzahnung und Kombination von Akteur und technischem Artefakt wird jedoch nicht adressiert. Insbesondere die Prozessbeschreibung durch Ereignisnetze gleicht quasi einer Verknüpfung von zahlreichen Photos aus unterschiedlichen Perspektiven. Es entsteht kein einheitliches Bild und das Identifizieren von Querbezügen wird dadurch schwer. Vor diesem Hintergrund genügt es nicht, fachliche Beschreibungen lediglich um außerhalb des Einflusses der fachlichen Domäne liegende Aspekte anzureichern. Aus der Wahl der Darstellungsweise (beispielsweise die „Unified Modeling Language“ (UML) oder die ereignisgesteuerten Prozessketten) ergibt sich nämlich indirekt bereits die (allein mögliche) Fragestellung. So wird z.B. nicht gefragt, wie man einen Ablauf verbessern kann oder welche Aspekte des Lebens



Abbildung 2.15: Infografiken zur Vermittlung komplexer Themen  
 Quelle: <http://www.rootlearning.com/www/theCanyon.htm>, verändert

durch Techniknutzung verbessert werden können, sondern es wird vorausgesetzt, dass ein bestimmtes Computerprogramm eine Lösung liefern wird. Sie gehen von einer technischen Aufgabe aus (beispielsweise von der Konstruktion eines IT-Systems oder der angemessenen Unterstützung der Geschäftsprozesse) und erweitern die Sichtweisen Stück für Stück um bisher nicht berücksichtigte Aspekte. UML und ereignisgesteuerte Prozessketten sind bekanntermaßen nur zur Modellierung von IT-Systemen geeignet und unterstützen alleine deren Konstruktion auch wenn versucht wird, möglichst viele Aspekte der Realität bei der Modellierung zu berücksichtigen. Fachfremde Aspekte werden wahrgenommen, weil sie ein Problem darstellen. Diese erweiterten Aspekte sind jedoch in gewisser Weise nicht kompatibel zur ursprünglichen Darstellung, die dem Zweck der Konstruktion von IT-Systemen dient. Die fachfremden Aspekte werden wahrgenommen, ihre Ursache jedoch selten verstanden. Bei der Betrachtung von Prozessen muss also zwischen der „Prozessanalyse“ und dem „Prozessverstehen“ unterschieden werden. Ziel der Prozessanalyse ist die Verbesserung der Funktionsweise von Prozessen. Hierfür eignen sich insbesondere Ereignisketten und Ereignisnetze. Der Begriff „Prozessverstehen“ zielt laut Rolf darauf ab,

„das angestrebte Prozessergebnis zu reflektieren und Ziele und Probleme des Prozesskunden zu erkennen. Prozessverstehen will allein die Funktion des Prozesses, also nicht die Funktionsweise erkennen“ [Rolf, 1998, S. 76].

Für das „Prozessverstehen“, insbesondere für das Verstehen von soziotechnischen Prozessen muss demnach eine abstraktere und umfassendere Sichtweise gewählt werden. Multiperspektivische Visualisierungstechniken wie Infografiken oder Diagramme der Konstellationsanalyse unterstützen das „Prozessverstehen“ nur bedingt. Infografiken behandeln lediglich einen bestimmten, im Vorfeld bekannten Sachverhalt und sind daher für zieloffene Forschungsfragen, wie sie im Mikropolis-Kontext auftauchen, nicht geeignet. Auch den Grafiken der Konstellationsanalyse liegt bei der Erstellung eine konkrete Fragestellung zugrunde. Da diese allerdings sehr frei gewählt werden kann, bietet die Konstellationsanalyse jedoch auch für zieloffene Forschungsfragen einen guten Ausgangspunkt.

Auf der Suche nach einer angemessenen Visualisierung im Rahmen der Mikropolis-Sichtweise sind demnach zwei Aspekte von besonderer Bedeutung:

- Die Mikropolis-Sichtweise vertritt einen transdisziplinären Ansatz. Es werden also explizit mehrere Perspektiven auf einen Sachverhalt eingenommen.
- Der soziotechnische Ansatz hat einen besonderen Stellenwert. Soziale und technische Fragestellungen werden nicht isoliert betrachtet, vielmehr wird in der verzahnten IT- und Organisationsentwicklung ein hohes Potential gesehen.

Generell kann gesagt werden, dass das (vermeintliche) Ziel vieler Visualisierungstechniken bereits bei der Wahl der entsprechenden Technik feststeht und die Visualisierung somit nur der Vermittlung dient. Hier stellt sich nun die Frage, was das Ziel von Visualisierungen aus dem Mikropolis-Kontext ist. Rolf [Rolf et al., 2008, S. 102] schreibt hierzu:

„Häufig werden Innovationen allein auf technische Potenziale zurückgeführt. Das *'filigrane Zusammenspiel von technischem und organisatorischem Wandel'* bleibt dagegen oft unberücksichtigt (vgl. Dierkes et al. 1998). Tatsächlich ist der Verschränkung informationstechnischer und organisatorischer Elemente ein beträchtlicher Teil der stattfindenden Innovationsentwicklungen zuzurechnen: *'Das eigentliche und bislang nur wenig erschlossene Innovationspotential liegt nicht in den technischen und organisatorischen Neuerungen, sondern in deren Fusion'* (Heinemann 2001, S. 17 ff.).“ [Rolf et al., 2008, S. 102]

Eine Querschnittsdisziplin wie das Innovationsmanagement erfordert ein transdisziplinäres Verständnis und eine transdisziplinäre Herangehensweise. Nur so lassen sich die Probleme, die Risiken und die Potentiale neuartiger Lösungen identifizieren. Hierbei hilft eine angemessene, zieloffene Visualisierung der Zusammenhänge. Eine solche kann auch im Beratungskontext eingesetzt werden. Hierfür konkretisiert Rolf die Ziele der Mikropolis-Sichtweise wie folgt:

- Abschöpfen von Rationalisierungspotentialen
- Entwicklung der Kernkompetenzen
- Kompetenzerwerb aller Akteure

- Schaffung humanerer Arbeitsbedingungen
  
- Identifikation nachhaltiger Entwicklungspfade

Alle Mikropolis-Illustrationen adressieren bereits implizit die soziotechnische Sichtweise, da der Kern aller Überlegungen in der Mikropolis-Sichtweise der soziotechnische Kern ist. Die Einheit von Sozialem (Akteur) und Technischem (Artefakt) wird durch die Betonung der Wechselwirkungen zwischen beiden immer wieder deutlich. Bei anderen Visualisierungen (beispielsweise EPKs und UML) wird diese Einheit und wechselseitige Beeinflussung lange nicht so deutlich dargestellt. Hier gibt es mitunter sogar einseitige Beziehungen der Art, dass Benutzer lediglich gemäß eng vordefinierter Optionen mit dem System interagieren müssen, damit Arbeitsweise des IT-Systems gewährleistet bleibt.

Im Folgenden sollen die Anforderungen an eine Visualisierung soziotechnischer Prozesse formuliert werden. Die Visualisierung muss sich leicht für die Bereiche außerhalb des Systems (z.B. einer Organisation) und seiner IT erweitern lassen. Im Rahmen einer verzahnten Organisations- und IT-Entwicklung sollte die Basis der Visualisierung nicht lediglich von der IT (beziehungsweise von aus der IT kommenden Methoden) ausgehen. Fachliche Abläufe (in einer Organisation), Kundenwünsche und Einflüsse aus der Umwelt (Gesetze, Trends, Entwicklungen auf dem Weltmarkt) müssen sich genauso darstellen und ebenso generell darstellen lassen. Die Herausforderung einer solchen Visualisierung liegt darin, dass Prozesse weder lediglich die fachliche noch rein die technische Sicht widerspiegeln, sondern eine Gemengelage aus beidem sind. Sie werden dadurch undurchsichtig, dass durch technische Rationalisierungspotentiale Prozessschritte oft sogar unabhängig von den altbekannten Fachabteilungen verallgemeinert, abstrahiert, ausgelagert und zusammengefasst werden. Mitunter sind Prozessschritte auch gar nicht mehr Teil der eigentlichen Organisation, wenn beispielsweise eine Dienstleistung an Dritte ausgelagert wird.

Vor diesem Hintergrund kann hilfreich sein, IT-Nutzung und wiederkehrende Handlungsmuster als eine Art „Infrastruktur“ anzuerkennen, auf die der einzelne Akteur sich verlassen kann, die auf der anderen Seite allerdings einiger Pflege, Wartung und Anpassung bedürfen. So ließen sich Rollen, Wissen, technische Möglichkeiten (beispiels-

weise die sichere Kommunikation per ssl<sup>17</sup>) als Potentiale ansehen. Diese können von konkreten Akteuren ggf. in Kombination mit Artefakten genutzt werden, sie müssen es aber nicht. Artefakte ergeben in Kombination mit entsprechenden Ressourcen (materiellen und/oder immateriellen wie Daten und Wissen) Potentiale für die Handlungen der Akteure. Wenn diese Potentiale wiederholt genutzt werden, zeichnen sich daraus wiederkehrende Prozesse ab.

### 2.3.3 Einordnung von Visualisierungstechniken in die Begriffswelt der Mikropolis-Sichtweise

Um eine Brücke von den zahlreichen fachspezifischen Visualisierungstechniken (und den darin implizit enthaltenen Perspektiven) zu den Mikropolis-Illustrationen bauen zu können, schlage ich die Erstellung und Verwendung von soziotechnischen Karten vor. Aufgabe einer solchen Karte ist es, einen Kontext insbesondere durch eine geeignete Darstellung der relevanten soziotechnischen Systeme und deren Aufgaben zu beschreiben. Die von mir im nächsten Kapitel konzeptionierte soziotechnische Karte bezieht die vorstehende Analyse der Visualisierungstechniken und die zu Beginn vorgestellten Mikropolis-Illustrationen ein.

In den folgenden Absätzen werde ich zunächst die Begriffe *Visualisierungstechniken*, *soziotechnische Karte* und *Mikropolis-Illustrationen* zueinander in Bezug setzen. Der Zusammenhang ist auch in Abbildung 2.16 dargestellt. Auf die Verwendung des Begriffs *soziotechnische Karte* beziehungsweise seines englischsprachigen Pendant *sociotechnical map* in der Literatur werde ich später (in Unterkapitel 3.4) noch näher eingehen.

Die **Visualisierungstechniken** sind ein mächtiges und vielfältiges Mittel zur Beschreibung von fachspezifischen Kontexten. Sie sind in den einzelnen Domänen weit verbreitet und ihr Aufbau und ihre Notation sind für Fachleute intuitiv verständlich. Bezeichnend ist hier jedoch, dass durch fachspezifische Visualisierungstechniken immer nur ein bestimmter, für den fachspezifischen Kontext relevanter Ausschnitt dargestellt wird. Vielfach auch aus einer sehr spezifischen Perspektive. Diese Art

---

<sup>17</sup>Mit Hilfe von „ssl“ erfolgt eine verschlüsselte Datenübertragung im Internet.

der Visualisierung fällt weitgehend in den Bereich „**Analyse und Beratung**“ der Mikropolis-Sichtweise<sup>18</sup>.

Die Aufgabe der **soziotechnischen Karte** ist es – vereinfacht gesagt – unterschiedliche Sachverhalte auf einer Ebene darzustellen, ohne dabei lediglich eine bestimmte fachliche Perspektive einzunehmen. Sinnvolle und gängige Notationen können dabei durchaus von den Visualisierungstechniken übernommen werden. Struktur, Aufbau, Inhalt und Notation werden in Kapitel 4 beschrieben. Die soziotechnische Karte kann vornehmlich dem Bereich „**Theorie**“ der Mikropolis-Sichtweise zugeordnet werden. Zum einen da für die Konzeption zu einem großen Teil theoretische Erkenntnisse der Mikropolis-Sichtweise genutzt werden, zum anderen ist es durch sie möglich, komplexe Zusammenhänge uninterpretiert darzustellen und daraus neue Erkenntnisse abzuleiten.

**Mikropolis-Illustrationen** dienen der Vermittlung von Erkenntnissen insbesondere im **didaktischen Bereich**. Sie beleuchten Ausschnitte der soziotechnischen Karte und stellen Zusammenhänge oder Implikationen explizit dar. Aufbau, Inhalt und Notation sind frei, sollten sich jedoch sinnvollerweise an die soziotechnische Karte anlehnen. Eine Illustration, die beispielsweise einen Sachverhalt des soziotechnischen Kerns darstellt, beleuchtet einen sehr kleinen Ausschnitt der soziotechnischen Karte. Grundlage einer Illustration, die einen Mikrokontext zeigt, ist ein entsprechend größerer Ausschnitt der soziotechnischen Karte. Eine Illustration des Makrokontexts (vgl. [Rolf et al., 2008, S. 95]) stellt einzelne Sachverhalte dar, die sich über die gesamte soziotechnische Karte erstrecken.

In diesem Kapitel wurde der Begriff „Visualisierung“ differenziert betrachtet, mit dem Ergebnis, dass für die theoretische Perspektive der Mikropolis-Sichtweise und als ein zentrales Bindeglied zwischen den anwendungsorientierten Visualisierungstechniken und den in der Didaktik angesiedelten Mikropolis-Illustrationen die Metapher der soziotechnischen Karte gut geeignet ist. Das folgende Kapitel stellt nun die Kartographie als Ausgangspunkt für eine soziotechnische Kartierung vor.

---

<sup>18</sup>Die Perspektiven „Analyse und Beratung“, „Theorie“ und „Didaktik“ der Mikropolis-Sichtweise werden in [Simon et al., 2006, S. 472, 477] im Detail beschrieben.



## 3 Kartographie als Ausgangspunkt für die Visualisierung soziotechnischer Prozesse

In diesem Kapitel werden die Möglichkeit erörtert, Grundsätze der Kartierung für die Darstellung soziotechnischer Prozesse zu nutzen. Die Kartographie liefert dabei Methoden und Techniken, die zum Aufbau und zur Verwendung der soziotechnischen Karte genutzt werden können. Auf ihren Beitrag zur Konzeption der soziotechnischen Karte werde ich in diesem Kapitel eingehen. Unterkapitel 3.1 legt zunächst die These, dass die Kartographie zur Darstellung soziotechnischer Prozesse hilfreich ist, dar und begründet sie. In Unterkapitel 3.2 folgt ein Exkurs zur geschichtlichen Entwicklung und Rezeption von Karten und es werden Aufbau und Elemente geographischer Karten dargestellt. Am Ende des Kapitels werden zwei Ansätze vorgestellt, in denen die Metapher „Karte“ auf Bereiche jenseits der Geographie erfolgreich angewendet wurde. Dies ist zum einen die Softwarekartographie, beschrieben in Unterkapitel 3.3, und zum anderen die aus der niederländischen *Constructive Technology Assessment* Forschung stammende *sociotechnical map* in Unterkapitel 3.4.

### 3.1 Motivation

„Was die Geschichte für die Zeit, das ist die Geografie für den Raum: Sie begreift ihn, indem sie ihn mit wissenschaftlicher Systematik erkundet, analysiert, gliedert und strukturiert, gerade so wie die Historie mit der Zeit verfährt.“ [Deysson, 2001, S. 74]

Viele Bereiche des Lebens sind heute durch informationsverarbeitende Systeme geprägt. Informationssysteme machen Informationen technisch gesehen innerhalb eines

Netzwerks an jedem Ort zu jederzeit für jeden Benutzer gleichzeitig verfügbar<sup>19</sup> <sup>20</sup>. Die Aufhebung räumlicher Grenzen, die massive Ausweitung des Informationsraumes und die extreme Beschleunigung beim Zugriff auf Informationen sind wesentliche Merkmale, die mit der Nutzung von Informationssystemen einhergehen. Bei einer wissenschaftlichen Untersuchung der Nutzung von Informationssystemen verschwimmen somit die gewohnten Grenzen von Raum und Zeit. Handel ist praktisch von jedem Ort der Welt zu jeder Zeit möglich, Informationen werden in Echtzeit ausgetauscht, und für manche spielt sich ein Großteil des Lebens jenseits der realen Welt in virtuellen Welten ab. Auswirkungen dessen sind auch im ganz realen Leben zu spüren. Sind die Methoden von Geschichte und Geographie angesichts dessen geeignet, die Welt zu beschreiben und zu begreifen? Vermutlich ja, doch es muss zunächst geklärt werden, was zu erkunden ist, wonach man dieses gliedern und strukturieren kann und was die Kerninformationen und Zusammenhänge sind, die von der Informatik Disziplin den anderen (Disziplinen) vermittelt werden können. Die Antwort auf diese Frage hilft einen geeigneten Kartengrund zu definieren. Der Beitrag der Informatik ist somit analog zu den Fähigkeiten der Geologen zu sehen, Distanzen zu ermitteln und so Elemente zu verorten oder analog zu den Aufgaben der Politiker, Grenzen des eigenen Einflussbereichs zu benennen. Sofern die auf einer Karte enthaltenen Elemente real weltliche Sachverhalte darstellen, ist es oft möglich, sie in einem geographischen Bezugssystem (Raum) zu verorten. Dies ist bspw. bei Kognitionskarten nicht der Fall und eben auch nicht bei Karten, die Informationssysteme oder deren Nutzung abbilden. Ihnen liegt kein geographisches Bezugssystem zugrunde, da Daten in einem Netzwerk theoretisch zu jeder Zeit an jedem Ort verfügbar sind. Ein geographisches Bezugssystem zur Verortung daher nicht sinnvoll [Rolf et al., 2008, S. 56, 124]. Elemente werden auf ihnen stattdessen nach Gemeinsamkeiten oder Verbindungen in Bezug gesetzt und auf dieser Basis verortet. Entscheidend ist, dass dieser Verortung (meist) kein Determinismus zugrunde liegt, was dazu führt, dass die Anordnung willkürlich erscheint oder willkürlich ist. Es geht also nicht darum, lokale Distanzen zwischen Elementen darzustellen (und Elemente lokal zu verorten) sondern Elemente (bspw. Daten, Entscheidungen, Handlungen) semantisch (mitunter möglicherweise sogar pragmatisch) zu verorten und inhaltlich in Bezug zu setzen. Die Eigenschaften geographischer Karten sollen dennoch als Leitbild für die Suche nach einer geeigneten Visualisierung soziotechnischer Prozesse dienen.

---

<sup>19</sup>Zugriffsbeschränkungen mögen diese Aussage einschränken.

<sup>20</sup>Auf der anderen Seite erhöhen sich aber in Folge eines technischen Ausfalls die zeitlichen und ggf. die räumlichen Distanzen für den Zugriff auf Informationen in extremer Weise.

Die Informatik kann, durch eine fundierte fachliche Expertise zur Darstellung folgender Sachverhalte beitragen:

**Identifikation des Einflusses von IT** Mit Hilfe einer soziotechnischen Karte sollen die Bereiche identifiziert werden, bei denen IT einen besonders großen Einfluss hat. Die Potentiale, aber auch die damit einhergehenden Folgen, sollen dargestellt werden. Hierbei lohnt es sich insbesondere, die langfristigen Wirkungen der durch IT-Nutzung ermöglichten verbesserten, verstärkten oder beschleunigten sozialen Handlungen einzelner Akteure aufzuzeigen. Dabei sind zwei Varianten von Bedeutung:

(i) Durch IT-Nutzung wird das Ausmaß einzelner Handlungen verstärkt.

„Der Mausklick eines Investmentbankers in einem der Finanzzentren dieser Welt kann mehr Folgen für das Leben der Bürger in einem Gemeinwesen haben als die Abstimmung in einem demokratisch legitimierten Parlament“ (Scherer 2003) zitiert nach [Rolf et al., 2008, S. 124]

(ii) Die Masse der für den einzelnen Akteur unbedeutenden IT-Nutzung führt zu einem emergenten technischen Potential auf Seiten des Anbieters. Hierzu zählen die Nutzung von Kundenkarten, die automatische Erfassung von Benutzerprofilen auf Internetseiten und insbesondere auf Suchmaschinen, die entgeltlose Abtretung geistigen Eigentums im Internet, die Überwälzung von Arbeitsschritten auf den Kunden (Rechnungsausdrucke, Bankautomatenauszahlung, Produkttests usw.).

**Aufzeigen der Rolle von IT** Zudem kann eine soziotechnische Karte zeigen, dass IT ist immer nur Mittel zum Zweck ist und es zur Erfüllung dieser weiteren Ideen und Ressourcen bedarf. Ein schönes Beispiel hierfür nennt Ulrich Trottenberg, Chef des Fraunhofer-Instituts *Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen* in der Zeitung *Die Zeit*. Die Berechnung eines Gleichungstyps sei, so Trottenberg, heute 20 Millionen Mal so schnell wie noch 1980. Die die Rechnung durchführenden Computer seien seit 1980 „nur“ 4000 Mal schneller geworden – der Rest der Beschleunigung ist auf neue Rechenverfahren zurückzuführen [Drösser, 2008,

S. 32]<sup>21</sup>. Der Erfolg praktischer Anwendungen resultiert oft aus Kombination der eingesetzten Mittel. Es ist daher hilfreich, den ursprünglichen Zweck zu identifizieren, um eine möglichst angemessene Unterstützung durch den Computer realisieren zu können. Dies bedarf einer sehr umfassenden, strukturierten Untersuchung des Kontextes.

**Aufzeigen der Notwendigkeit von IT** Heutzutage hat IT einen derart hohen Stellenwert in unserer Gesellschaft, dass sie als Infrastruktur, die die Basis für wiederkehrende Handlungen zur Verfügung stellt, anerkannt werden muss. Die Analogie zu Straßen und Wegen ist unverkennbar. Auch bei IT-Prozessen gibt es Wege, die wie „Autobahnen“ ausgebaut sind und auf deren Funktionieren eine Gesellschaft angewiesen ist. Daneben existieren zahlreiche „Nebenstraßen“, „Waldwege“ und „Trampelpfade“. Allerdings müssen hier die unverzichtbaren und nicht austauschbaren Dienste analytisch von propagierten Moden getrennt werden. Über das Aufzeigen dieser kurz- oder langfristig geronnenen Handlungsmuster lassen sich nicht zuletzt Fragen der Formalisierungslücke beantworten.

Es geht darum, durch Wissen über die Zusammenhänge Innovationspotentiale zu ergründen und nachhaltige Entwicklungspfade aufzuzeigen. Die Darstellung der Zusammenhänge kann dabei jedoch nicht auf Basis geographischer Karten erfolgen, da für die Untersuchung der Wirkung von Informationstechniknutzung nicht Raum und Zeit strukturgebend sind. Hilfreicher sind Kategorien wie die Art der Daten und der Charakter ihrer Verarbeitung sowie Angaben zu ihren Eigenschaften wie bspw. Zugriffsberechtigung, Aktualität oder die Qualität. Eine darauf aufbauende, möglicherweise ebenfalls strukturgebende Ebene ergibt sich aus der Nutzung der Daten, also den individuellen und kollektiven Handlungen sowie der damit einhergehenden Ableitung von Information und Wissen. Das Wissen um kartographische Methoden kann dennoch als Basis für die Konzeption der soziotechnischen Karte herangezogen werden.

#### 3.1.1 Zum Unterschied zwischen Abbildung und Kartographie

Wie in Unterkapitel 1.1.3 bereits begründet, bietet sich als Ausgangspunkt und Überblick einer Analyse eine visuelle Darstellung an. Diese kann in Form individueller

---

<sup>21</sup>Die Rechenverfahren sind demnach heutzutage 5000 mal so schnell (Anm. d. Autors)

Abbildungen oder alternativ in Form von Karten realisiert werden. Abbildungen tendieren dazu, eine ganz bestimmte Sichtweise darzustellen. Sie sind relativ schwach formalisiert und variieren in puncto Detailgrad (auch innerhalb einer Abbildung) mitunter stark. Ausgangsbasis von Abbildungen ist oft eine Idee. Am Anfang einer Karte hingegen steht der Raum, für dessen Kartierung gemäß des gewünschten Themas geeignete Daten erhoben werden, um diesen Ausschnitt der Welt umfassend zu beschreiben. Eines der von Edward Tufte postulierten sechs fundamentalen Prinzipien des analytischen Designs ist der Gebrauch einer multivariaten Analyse. Tufte plädiert dafür, multivariate Daten für eine Visualisierung zu verwenden – sprich mehr als eine oder zwei Variablen als Basis zu verwenden [Tufte, 2006, S. 129]. Karten unterstützen dieses Prinzip durch ihre vielfältige, flexible und gleichzeitig feste Notation.

Die Abbildung eines auf einer Karte dargestellten Ausschnitts der Welt kann sehr vielfältig sein. So kann die Bodennutzung mit Hilfe einer Landkarte, technische Infrastruktur in Form eines Planes des öffentlichen Nahverkehrs oder das Wetter auf einer Wetterkarte abgebildet werden. Ein wichtiges Charakteristikum von Karten ist die Art und Weise, in der Daten zugrunde gelegt und dargestellt werden. Für einen Ausschnitt der Welt wird zum Thema der Karte relevantes Datenmaterial ausgewählt. Dieses Datenmaterial wird gemäß des der Karte zugrunde liegenden Abstraktionsniveaus verdichtet, sodann aber vollständig und unverzerrt, das heißt ohne Betonung einzelner Werte aus dem Wertebereich, abgebildet. Diese Darstellung dient also immer einem bestimmten Zweck (vgl. [Liben, 2001, S. 50]) und folgt einer bestimmten, angemessenen Form der Repräsentation der zugrunde gelegten Daten. Ziel ist es, für den gewählten Ausschnitt der Welt sämtliche relevanten Sachverhalte unverfälscht, nicht interpretiert und auf einem einheitlichen Abstraktionsniveau darzustellen.

Diese Arbeit zielt nicht darauf ab, einzelne konkrete Sachverhalte abzubilden, sondern es soll der Versuch unternommen werden, ein visuelles Rahmenwerk für die Mikropolis-Sichtweise zu entwickeln. Einer Karte liegt in der Regel keine bestimmte zu vermittelnde Aussage zugrunde, vielmehr soll vielen individuellen Betrachtern ein Zugang zu den dargestellten Sachverhalten der Karte ermöglicht werden. Sie sollen die für sie individuell relevanten Informationen ablesen können. Für die Mikropolis-Sichtweise ist dies ein interessanter Ansatz, da hierdurch

- Sachverhalte fachübergreifend dargestellt werden,

- sich unbekannte Zusammenhänge erschließen lassen und
- Aussagen (auf Ebene der Mikropolis-Illustrationen) durch zugrunde liegende Karten nachvollziehbarer werden.

Grundsätze der Kartographie sollen daher identifiziert und für die Konstruktion einer soziotechnischen Karte herangezogen werden. Die Kartographie eignet sich jedoch nicht als alleiniges Darstellungsmittel der Mikropolis-Sichtweise. Die soziotechnische Karte dient vielmehr als Bindeglied zwischen den tendenziell in der Praxis verwendeten Visualisierungstechniken (Unterkapitel 2.2.1) und den bisher vornehmlich für didaktische Zwecke eingesetzten Mikropolis-Illustrationen (Unterkapitel 1.1.3).

## **3.2 Kartographie als Vorbild**

Vor dem Hintergrund, dass Karten in unserer Gesellschaft weit verbreitet sind und von uns nahezu intuitiv gelesen werden können, vergisst man leicht, welche Hindernisse Kartographen in der Vergangenheit zu überwinden hatten und welche Anstrengungen und Forschung nötig war, um geeignete Darstellungsformen und Akzeptanz zu finden. Dieses Unterkapitel stellt im ersten Teil Aspekte der Kulturtechnik des Kartenlesens vor und erläutert im zweiten Teil Eigenschaften und Bestandteile geographischer Karten.

### **3.2.1 Kulturtechnik des Kartenlesens**

Heutzutage stellen Karten in unserem Kulturkreis einen sehr eingängigen Weg dar, die uns umgebende Welt abzubilden. Dies war nicht immer so und hat sich über Jahrhunderte entwickelt. Erst im 19. Jahrhundert wurde die Karte zu einem weit verbreiteten Hilfsmittel und das Kartenlesen in Schulen und an Universitäten gelehrt. Anhand damaliger und heutiger Diskussionen über den Nutzen und die Rezeption von Karten wird die Universalität und Mächtigkeit von Karten als Visualisierungsmittel deutlich.

Nun bedeutet der Ansatz, Zusammenhänge zwischen Mensch, Technik und Organisation mit Hilfe kartographischer Methoden abzubilden, zunächst einmal, sehr abstrakte Sachverhalte darzustellen. Natürlich unterscheidet sich das zugrundeliegende Kartenmaterial geografischer und soziotechnischer Karten, dennoch lässt sich aber die Universalität des kartographischen Ansatzes vielversprechend zur Visualisierung soziotechnischer Zusammenhänge einsetzen. Auch geografische Karten sind nichts Naturgegebenes, sondern haben sich auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse und gesellschaftlicher Sichtweise in langjährigen Abstraktionsverfahren in unserem Kulturkreis entwickelt. Kartographische Ansätze und das Prinzip des „Mappings“, der Abbildung in Karten, hat sich seit einigen Jahren auch in den Sozial- und Kulturwissenschaften zu einer wichtigen Technik entwickelt (vgl. [Pickles, 1999]). Auch für die Darstellung soziotechnischer Prozesse stellt die Verwendung kartographischer Methoden einen vielversprechenden Ansatz dar.

#### **Historische Notizen zu geographischen Karten**

Die Geschichte der Kartographie ist lang und facettenreich. Ich möchte sie an dieser Stelle nicht nachzeichnen, sondern nur auf einige interessante Entwicklungen verweisen. Karten entstehen immer dann, wenn eine bestimmte Gruppe ein konkretes Interesse an ihrer Nutzung hat. Entsprechend zeigen sie immer das, was für die jeweilige Gesellschaft, die die Karten nutzt, von Interesse ist. In unserem Kulturkreis waren im Mittelalter so genannte O-T-Karten populär. Diese runden, auch „mappae mundi“ genannten, Karten hatten meist einen religiösen Bezug. Jerusalem, das religiöse Zentrum, befand sich auch auf den Karten im Zentrum. Dies entsprach dem damaligen Weltbild. Das auf der Karte Dargestellte – bekannte Orte und biblische Stätten – orientierte sich an einer Art „T“ inmitten der Karte. Der obere, über dem T-Strich liegende Bereich stellte den von uns heutzutage mit dem Begriff „Osten“ assoziierten Bereich – also die aufgehende Sonne, den Orient und Asien – dar. Auf der linken Seite des „T“-Strichs, also unten links, wurde Europa dargestellt. Afrika wurde unten rechts verortet. Geographische Distanzen und Orientierungen spielten auf diesen Karten eine untergeordnete Rolle. Entscheidender waren ideologische Nähe (z.B. Wohlgesonnenheit, gleiche religiöse Ansichten) oder praktische Informationen, wie die Angabe von Tagesreisen von einem Ort zu einem anderen (vgl. [Bitterling, 2006, S. 94], [Tversky, 2001, S. 81-84]).

Die Bedeutung religiöser Inhalte auf Karten nahm in Europa mit Beginn der Renaissance ab. Ungefähr ab 1500 wurde das Reisen für die Oberschicht interessanter und durch die Einführung des regelmäßigen Pferdewechsels an festgelegten Poststationen erheblich einfacher. Als Konsequenz rückten in der Vorstellung der Reisenden die Orte, die durch Postlinien verbunden waren, enger zusammen [Behringer, 2006, S. 77]. Zunächst waren jedoch die Position der Wechselstationen und die Qualität der sie verbindenden Wege nirgends überblicksweise verzeichnet. Es gab lediglich Verzeichnisse internationaler Poststrecken mit näheren Angaben zu den einzelnen Poststationen. So führte eine Reise von Wien nach Spanien im 16. Jahrhundert über Innsbruck, Brüssel und Paris, da dies zwar bei Weitem nicht der kürzeste, jedoch der schnellste Weg war [Behringer, 2006, S. 77]. Eine erste Verkehrskarte erfand im Jahr 1500 der Kartograph Eberhard Etzlaub. Auf seiner Karte waren zwar immer noch keine Wege verzeichnet, sie zeigte jedoch die Distanz in Meilen zwischen einzelnen Orten durch Punkte an. Allerdings waren diese Informationen offenbar nicht für alle Orte bekannt. Die Lage der Städte zueinander entsprach auf der Karte hingegen schon weitgehend der Realität. Gegen Ende des 16. Jahrhunderts entstanden erste visualisierte Straßenverzeichnisse [Behringer, 2006, S. 80]. Dies war zunächst noch kein großer Fortschritt, da man sich oft nicht auf einen guten Zustand der Straßen verlassen konnte. Relevanter waren daher Postkurskarten, die zwar keine Straßen, dafür aber verlässliche Verbindungen zwischen den einzelnen Poststationen benannten. Sie zeigten also die zur Verfügung stehende Infrastruktur. Die Postkurskarten verbreiteten sich schnell und verdrängten Verzeichnisse, Meilenkarten und Straßenkarten [Behringer, 2006, S. 83]. Infolge des steigenden Verkehrs wurden in Mitteleuropa die Straßen und die postalische Infrastruktur ausgebaut. Ende des 17. Jahrhunderts wurden zunächst in England und hundert Jahre später auch in Deutschland Straßenkarten, die die reale Topologie der Straßen und ihren Zustand dokumentierten, publiziert [Behringer, 2006, S. 92]. Zur erst relativ späten Entwicklung topologisch korrekter Karten haben sicherlich auch die, sich über Jahrhunderte gehaltenen, unterschiedlichen Maßeinheiten in den einzelnen Regionen beigetragen. Die Karten wurden über die Jahrhunderte immer genauer und detaillierter, zeigten jedoch vornehmlich die für den individuellen Reisenden relevante Information. Im 19. und 20. Jahrhundert, als sich Großstädte bildeten, wurde auch die Stadtkartographie bedeutsam. In London etwa nahm Phyllis Pearall 1935 das Fehlen eines Straßenverzeichnisses zum Anlass, zu Fuß 23 000 Straßen zu erkunden, um einen Taschenatlas mit Verzeichnis erstellen zu können. Bis heute ist das Werk eine Grundlage für Londoner Straßenverzeichnisse [Cosgrove, 2004, S. 42].

### Diskussionen über Nutzen und Rezeption geografischer Karten

Die Revolutionierung der Verkehrsmittel und Kommunikationstechniken im 19. Jahrhundert führte zu einem stärkeren Bedürfnis, auch entfernte Räume zu erschließen. In dieser Zeit wurde die Erstellung und das Lesen von Karten in die Curricula von Schulen und Universitäten eingeführt und die Bedeutung der Kartographie viel diskutiert. Karten lesen und mit ihnen umgehen zu können, galt als wichtige Qualifikation in einer Zeit, in der die Welt zusammenwuchs (vgl. [Schultz, 2006, S. 42]). Dabei beschränkte sich das Lernziel nicht nur im „Benennen und Zeigen geographischer Objekte auf einer Karte“ [Schultz, 2006, S. 45], sondern Schüler sollten lernen, Abhängigkeiten und Wechselbeziehungen zu erfassen und Karten zu interpretieren, indem sie auch „Kausalerklärungen, welche die Karte an sich nicht mitteilen könne“ [Schultz, 2006, S. 45] herauslesen. Es ging um das „Erkennen von Wirkungszusammenhängen, Entwicklungen und Funktionen im statischen Bild“ und um „die Schaffung eindringlicher Assoziationen“ [Schultz, 2006, S.46]. Die Schüler sollten „die Generalisierung im Individuellen der Landschaft wiedererkennen“ [Schultz, 2006, S.46]. An diesen Äußerungen wird die große Bedeutung von Karten als ein sehr mächtiges Visualisierungsmittel deutlich, welches zu lesen und damit auch zu interpretieren, damals wie heute erlernt werden muss. Auch wird deutlich, dass Karten geeignet sind, eine sehr große Fülle an Informationen zu enthalten, deren Herauslesen – hat man die nötige Fertigkeit einmal erlernt – auf einfache Weise möglich ist. Dieser Effekt zeigt sich vor allem dann als besonders erfolgreich, wenn durch die Erstellung von Karten neues Wissen generiert werden kann. So ermöglichte zum Beispiel die Kartierung von Küstenlinien Wissenschaftlern eine „Theoriebildung“ zur Plattentektonik, einem an sich abstrakten und oberflächlich nicht sichtbaren Phänomen.

Die Rezeption von Karten bringt allerdings auch einige Herausforderungen mit sich. Hierzu zählt die kritische Auseinandersetzung mit dem Kartenmaterial in dem Bewusstsein, „dass diese Räume als Teil von Weltbildern Imaginationen darstellen, die mit Fremd- und Selbstzuschreibung belegt sind (...)“ [Schultz, 2006, S. 72]. „Räume sind nicht, Räume werden gemacht“ schreibt Schultz und meint damit, dass Karten immer „gesellschaftlich konstruiert“ sind und nicht selten bestimmten (versteckten) Zwecken und Interessen dienen. Deshalb sei es wichtig, „Räume und Probleme multiperspektivisch zu sehen und analysieren zu können“ [Schultz, 2006, S. 72]. Eine wichtige Perspektive sei somit die konstruktivistische,

„nach der Räume in ihrer sozialen, technischen und gesellschaftlichen Konstruiertheit aufgefasst werden müssen, indem danach gefragt wird, wer unter welchen Bedingungen und aus welchem Interesse wie über bestimmte Räume kommuniziert und sie durch alltägliches Handeln fortlaufend produziert und reproduziert“ [DGfG, 2002, S. 6].

Entscheidend bei der Rezeption von Karten ist auch zu erkennen, dass Karten trotz ihres universellen Anspruchs vieles nicht darstellen. Lucy R. Lippard diskutiert in „Alles auf einen Blick“: „Selbst der erfahrenste Kartenleser weiß erst dann, was sie/er von einem Ort zu erwarten hat, wenn sie/er dort ankommt.“ [Lippard, 2004, S. 88]. So sind subjektive Erfahrungen einer Landschaft etwas anderes als die Merkmale einer Landschaft, die auf Karten dargestellt werden können. Die Vielfalt einer Erfahrung kann keine Karte umfassend abbilden. Solch einer Beschränkung von Karten sollte man sich auch bei ihrer Konstruktion bewusst sein. Im Folgenden soll eine Konstruktion von soziotechnischen Karten erarbeitet werden, indem zunächst die Eigenschaften und Bestandteile von geographischen Karten genauer betrachtet werden.

### 3.2.2 Eigenschaften von geographischen Karten

Die Nutzungsmöglichkeiten geographischer Karten sind sehr vielfältig. Nach Muehrcke [Muehrcke, 1978, S. 14] hat eine Karte die folgenden sieben Hauptaufgaben:

1. Karten nehmen Informationen auf und speichern sie.
2. Karten dienen als Rechenhilfe. Mit ihrer Hilfe lassen sich Werte wie Distanzen oder Flächen berechnen.
3. Karten sind eine Navigationshilfe.
4. Karten verdichten komplexe und umfangreiche Daten.
5. Karten helfen uns, im Rahmen der Analyse, der Vorhersage oder der Identifikation von Trends, Daten zu sondieren.

6. Karten dienen als Visualisierungshilfe für Sachverhalte, die uns ohne sie verschlossen blieben.
7. Karten regen Gedanken an.

Karten können vor allem deshalb diesen Nutzungsmöglichkeiten so gut gerecht werden, weil sie definierte, konsistente Notationen verwenden. So haben sie etwa einen definierten Maßstab, der u.a. das Abstraktionsniveau verdeutlicht. Gleiche Sachverhalte werden einheitlich dargestellt und die dargestellten Elemente nach definierten Regeln zueinander in Bezug gesetzt (Topologie)<sup>22</sup> [Cosgrove, 2004, S. 35-38]. Derlei Konventionen führen dazu, dass Menschen das Kartenlesen relativ leicht erlernen und mit dem erlangten Wissen schließlich auch immer wieder neues, unbekanntes Kartenmaterial lesen und verstehen können<sup>23</sup>.

Wenngleich die oben genannten Grundsätze für ein visuelles Rahmenwerk besonders geeignet erscheinen, so muss doch geklärt werden, ob ein sinnvolles nicht geographisches Bezugssystem für die Abbildung von IT-Nutzung überhaupt gefunden werden kann. In Kapitel 4 werde ich mögliche Varianten der Verortung diskutieren. Zunächst werden wir nun die Merkmale geographischer Karten genauer betrachten.

### Identifizierung der Merkmale geographischer Karten

Karten haben einen sehr durchdachten, über lange Zeit entwickelten Aufbau. Auf den folgenden Seiten werden Grundkonzepte der Karten vorgestellt, mit dem Ziel, sie auch für soziotechnische Karten einsetzen zu können. Karten, die sich auf ein geographisches Bezugssystem beziehen, enthalten typischerweise die folgenden Komponenten:

**Der Kartenrand** ist der Bereich von den Blattkanten bis zum Kartenfeld, welches die eigentliche Karte enthält. Im Kartenrand finden sich die Karte und ihr **Thema** spezifizierende Informationen, also die Bezeichnung des Kartenwerkes, der Name

---

<sup>22</sup>Einer Karte liegt meist sogar ein mathematisches Bezugssystem zugrunde [Bitterling, 2006, S. 94], [Best et al., 2004, S. 11].

<sup>23</sup>Zweifelsohne können Karten in unserem Kulturkreis von weiteren Teilen der Bevölkerung verstanden werden als die in Kapitel 2 vorgestellten fachspezifische Darstellungen. Die Fähigkeit, Karten lesen zu können, ist jedoch auch der jahrelangen schulischen Bildung durch den Geographieunterricht zu verdanken.

des Kartenblatts, der Bezugszeitraum, Zeitpunkt der Herausgabe, das Maßstabsverhältnis, Hinweise zum Quellenmaterial, redaktionelle und urheberrechtliche Angaben, den Herausgeber und dergleichen. Im Kartenrand, mitunter aber auch in einem weniger wichtigen Bereich des Kartenfeldes, befindet sich die Legende<sup>24</sup>.

**Der Kartenrahmen** begrenzt das Kartenfeld. Bei Karten, die sich auf ein geographisches Bezugssystem beziehen, sind auf dem Kartenrand Ziffern des Koordinatensystems vermerkt (üblicherweise Längen- und Breitengrade oder Buchstaben und Zahlen bei Stadtplänen). Sie dienen der Zuordnung der Kartennetzlinien (Raster der Karte) zum zugrunde liegenden Bezugssystem. Der Kartenrand legt also auf Basis des definierten **Kartenmaßstabs** den auf der Karte gezeigten Raumausschnitt fest. Desweiteren können auf dem Kartenrahmen Hinweise zu angeschnittenen Signaturen und Anschlussinweise zu Nachbarblättern vermerkt sein.

**Das Kartenfeld** (auch Kartenbild) enthält die grafischen **Elemente** und deren Beschriftung. Die grafischen Elemente werden gemäß der zugrunde liegenden Topologie zueinander **positioniert** und bilden so den **Kartengrund**. Elemente können durch bestimmte Signaturen **gegliedert** und so als zusammengehörend dargestellt werden. Mitunter ist es sinnvoll, **Beziehungen** zwischen einzelnen Elementen der Karte durch Linien darzustellen.

Tabelle 3.1 stellt den Zusammenhang zwischen den Bereichen einer Karte und den auf den folgenden Seiten beschriebenen Komponenten noch einmal übersichtlich dar.

**Das Thema einer Karte (Teil des Kartenrands)** Mögliche Themen von Karten sind sehr vielfältig. Man verwendet sie zur Orientierung, sie dienen der Vorbereitung einer Reise, sie markieren die Grenzen politischen Einflusses der Macht, oder sie stellen Verhältnisse wie Versorgung, Gesundheit, Klima usw. dar. Für eine grobe Einteilung unterscheidet man topografische Karten von thematischen Karten. Topografische Karten dienen vornehmlich der Orientierung im physischen Raum. Sie stellen wichtige, in der natürlichen Umgebung gemessene Werte wie die Position von Orten, den Verlauf von Flüssen und Wegen, Höhenlinien usw. als Abbild der Wirklichkeit dar. Auf topografischen Karten können beliebige reale Gegenstände abgebildet, verortet und

---

<sup>24</sup>Auf manchen Karten verdeckt die Legende aber auch bewusst unbekannte oder unbeliebte Areale.

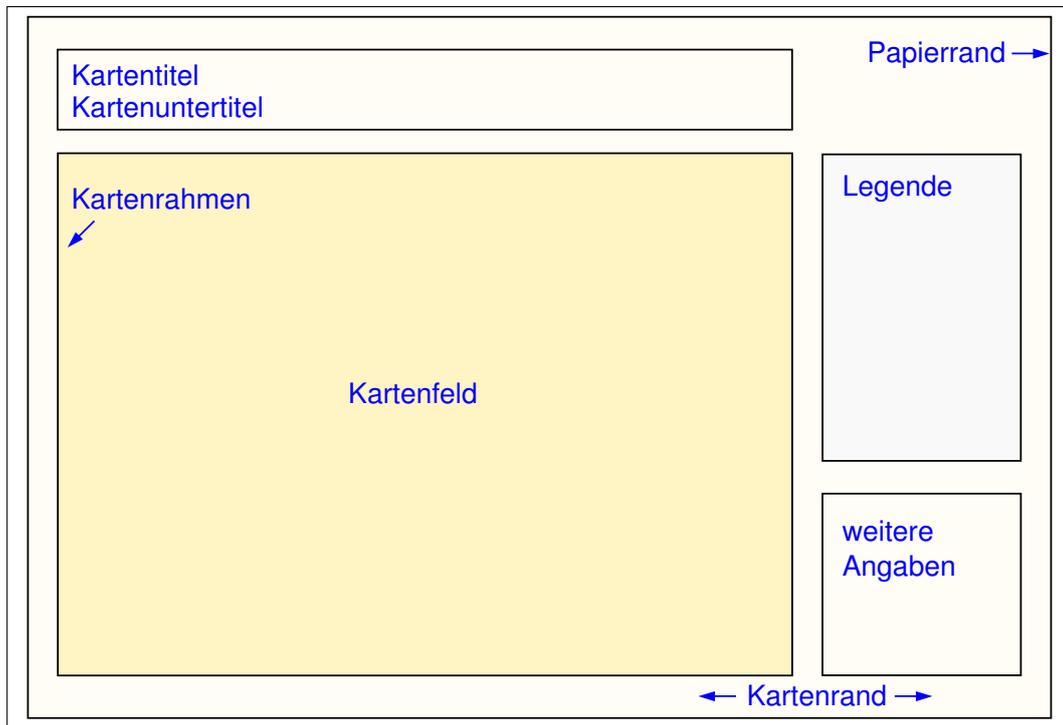


Abbildung 3.1: Bereiche einer Karte  
Quelle: eigene Darstellung

Kartenbereich	Inhalt	beschrieben in
Kartenrand	Thema und Legende und weitere Angaben	„Das Thema einer Karte“
Kartenrahmen	Kartenmaßstab	„Der Kartenmaßstab“
Kartenfeld	Kartengrund	„Der Kartengrund“
	Elemente	„Elemente einer Karte“
	Gliederung der Elemente	„Gliederung der Elemente innerhalb einer Darstellung“
	Position der Elemente	„Positionierung der Elemente zueinander“
	Beziehungen zwischen den Elementen	„Verbindungen zwischen einzelnen Elementen“

Tabelle 3.1: Zuordnung der Kartenbereiche zu den Themen der folgenden Seiten.

in Bezug zueinander gesetzt werden. Topografische Karten dienen darüber hinaus als Kartengrund für so genannte thematische Karten. Auf ihnen werden ganz unterschiedliche Themen dargestellt. Beispiel hierfür sind Wetterkarten, Klimakarten, politische Karten, Wirtschaftskarten, Bewuchskarten usw.. Thematische Karten sind dabei sehr flexibel einsetzbar. Wetterkarten beispielsweise zeigen die aktuelle Situation und sie unterstützen eine Prognose. So lässt sich durch Interpretation einer Wetterkarte das wahrscheinliche Abregnen von Wolken an Bergen prognostizieren. Neben natürlichen Faktoren und realen Gegenständen lassen sich auch abstrakte Werte, Eigenschaften und Zustände darstellen. Beispiele hierfür sind die Durchschnittstemperatur, Extremwerte, Beschäftigungsgrad, Kaufkraft, politische Verhältnisse, Wohlstand und dergleichen.

Wichtige Informationen, die im weiteren Sinne das Thema einer Karte definieren, sind

- der Bezugszeitraum der Karte,
- das Herausgabedatum sowie
- der Auftraggeber, der Ersteller und der Herausgeber der Karte<sup>25</sup>

Diese Angaben sind mitunter nur der zur Karte gehörenden Publikation zu entnehmen. Der Zeitpunkt, auf den sich die Karte bezieht, sollte jedoch in jeder guten Karte vermerkt sein. Dieser Zeitpunkt ist in Wirklichkeit oft ein Zeitraum, allerdings wird er so gewählt, dass alle abzubildenden Eigenschaften annähernd gleichbleibende Werte haben (z.B. die Bevölkerungsdichte) oder regelmäßig in einem bestimmten Wertebereich schwanken (Durchschnittstemperatur, gemittelte Tag-/Nachtbevölkerung eines Stadtteils, Wasserstand in Tidegewässern). Werte, die schwanken und nicht gemittelt werden können, werden in einer Karte in der Regel nicht verwendet. Solche Werte werden allenfalls als Notiz vermerkt oder sie werden als besondere Eigenschaften eines Ortes z.B. in Form eines Tortendiagramms angefügt. Sollen Daten dargestellt werden, die sich nicht mitteln lassen, oder für deren Darstellung sich eine Mittelung nicht anbietet, wird der Zeitraum, auf den sich die Karte bezieht, im Zweifel verkürzt, wie dies zum Beispiel bei Wetterkarten der Fall ist.

---

<sup>25</sup>In [Tuftte, 2006, S. 133] wird die Bedeutung dieser Information betont.

**Der Kartenmaßstab (Teil des Kartenrahmens)** Der Kartenmaßstab wird vor dem Erstellen der Karte gewählt und beschreibt das Verhältnis einer Strecke auf der Karte zur Länge der Strecke in der Realität. Indirekt ergibt sich der Maßstab also auch aus der Größe des Kartenblattes in Bezug zur realen Größe des abgebildeten Ausschnitts der Welt. Neben der Unterstützung einer maßstabsgetreuen grafischen Abbildung dient der Maßstab auch dazu, das entsprechende Abstraktionsniveau bestimmen zu können. Je kleiner der Maßstab desto stärker müssen die Elemente der Karte generalisiert werden. Sie werden zusammengefasst, vereinfacht, schematisiert und durch prototypische Signaturen dargestellt. Um auf einer Karte den betrachteten Ausschnitt der Welt erkennen zu können, befindet sich bei geographischen Karten an den Rändern eine Skala, nach der sich die Bereiche der Karte einteilen lassen. Es werden jedoch auf einer Karte nicht alle Elemente der Karte maßstabsgetreu abgebildet. Als ein Beispiel merkt Liben an, dass die Breite der Linie eines, in einem amerikanischen Autoatlas abgebildeten, Highways in der Realität einer Straßenbreite von über fünf Meilen entspräche [Liben, 2001, S. 54]. Der Kartenmaßstab gibt daher eher das Abstraktionsniveau an. Bei einer Karte, die einen Bereich von mehreren 100 Meilen abbildet, sind für den Leser nicht sämtliche Kreuzungen einer Straße, sondern nur diejenigen Kreuzungen mit den großen und wichtigen Straßen von Interesse. Entsprechend des Kartenmaßstabs werden Bereiche der Realität vereinfacht abgebildet. Stehen in einem Bereich beispielsweise Bäume, so erhält dieser Bereich in der Karte die Signatur „Grünfläche“ unabhängig davon, ob in diesem Bereich besonders viele oder besonders wenige Bäume stehen. Hier wird von der Realität abstrahiert. Darüber hinaus kann der Maßstab weiterer Dimensionen in einer Legende angegeben werden. Andere Dimensionen (neben Länge und Breite) sind beispielsweise die Höhe des Geländes, die Bevölkerungsdichte usw.. In der Legende der Karte wird für diese Dimensionen eine Signatur (in der Regel Linien oder eine Farbskala), die zugehörige Maßeinheit (z.B. Höhe in Metern, Bevölkerungsdichte in 1000 Einwohner pro km<sup>2</sup>) sowie der visualisierte Wertebereich angegeben.

**Der Kartengrund (Teil des Kartenfelds)** Der Kartengrund hängt maßgeblich mit dem Kartenmaßstab und dem Thema einer Karte zusammen. Für einen bestimmten Kartenmaßstab sind jedoch verschiedene Kartengründe möglich. Nehmen wir an, der Kartenmaßstab einer Karte ist so gewählt, dass er einige Häuserblöcke eines Innenstadtbereichs, in dem sich Einkaufsstraßen und Einkaufspassagen befinden, umfasst. Hier sind nun verschiedene Kartengründe als Basis der Karte denkbar. Für eine Karte,

die die Lieferantenwege abbilden soll, sind alle befahrbaren Wege, Haltebuchten, Tiefgaragen und Lagereinfahrten wichtig. Für Fußgänger sind Haltebuchten und dergleichen nicht von Interesse, Wege durch Einkaufspassagen allerdings schon. Darüber hinaus sind auch ganz andere Kartengründe denkbar, beispielsweise wenn Infrastruktur wie das Wasserzu- und Ableitungsnetz abgebildet werden soll. In einer solchen Karte sind weniger die Wege als viel mehr die Tiefe der Bebauung oder die Eigenschaften des Erdreiches von Interesse. Der Kartengrund stellt, in Abhängigkeit vom Maßstab der Karte, die Basis für die Positionierung der Elemente.

**Elemente einer Karte (Teil des Kartenfelds)** Auf einer Karte werden Elemente entsprechend einer durch eine Legende vorgegebenen Notation, welche das Ablesen weiterer Informationen erlaubt, dargestellt. Derartige weitere Informationen sind die Größe einer Stadt, die Art der Vegetation oder die Eigenschaft eines Weges. Besondere Merkmale des Raumes können durch gesonderte Symbole dargestellt werden (Aussichtspunkt, Vorhandensein eines Fahrstuhls in einer Bahnstation etc.). Karten dienen in der Regel dazu, allgemeingültige Informationen, also nicht Spezial- oder Sonderfälle abzubilden, mit dem Ziel, dass jeder einzelne Leser die für ihn individuell relevante Information ablesen kann. Beispielsweise wird verzeichnet, dass es eine Straße zwischen zwei großen Städten gibt, nicht jedoch die durchschnittliche Dichte des Verkehrs auf dieser Straße. Auf einer anderen Karte mag das durchschnittliche Einkommen und in der Bevölkerung aufgetretene Krankheiten vermerkt sein. Gründe für unterschiedliches Einkommen oder der Zusammenhang zwischen Einkommen und Gesundheitszustand sind aus einer solchen Karte üblicherweise nicht abzulesen. Derartige Aussagen obliegen der Interpretation des jeweiligen Lesers. Gleichwohl können Karten helfen, solche Zusammenhänge zu erkennen.

**Gliederung der Elemente innerhalb einer Darstellung (Teil des Kartenfelds)** Aufgrund des Abstraktionsniveaus einer Karte kann es sinnvoll sein, einzelne Elemente durch grafische Mittel als zusammengehörig zu kennzeichnen. Zusammengehörigkeit kann z.B. durch Klammern, Linien, Rahmen oder durch örtliche Nähe angedeutet werden. In der Gestaltpsychologie wurden Gestaltgesetze entwickelt, die beschreiben, nach welchen Regeln die Wahrnehmung solcher Gestalten als Einheiten erfolgt. In Karten werden üblicherweise Rahmen, Farbflächen oder Muster verwendet. Küstenlinien trennen Wasserflächen von Landflächen. Stadtgebiete werden von Linien umschlossen

dargestellt. All dies dient dazu, Vergleichbarkeit und ein gewisses Maß an Objektivität herzustellen. Gegenden mit einem bestimmten Höhenniveau lassen sich durch so genannte Isohöhenlinien markieren (Gesetz der Geschlossenheit, vgl. [Tversky, 2001, S. 93]). Diese Linien zeigen indirekt auch beispielsweise die Steigung des Geländes oder des Luftdrucks. Dort, wo die Isolinien eng beieinanderliegen, ist der Anstieg besonders hoch. Zur Gliederung von Elementen wird in der Kartographie das Gestaltgesetz der Ähnlichkeit (vgl. [Tversky, 2001, S. 93]) genutzt, um, bezogen auf das jeweilige Abstraktionsniveau der Karte, gleichartige Elemente zusammenzufassen (beispielsweise umbauter Raum, landwirtschaftliche Flächen). Durch Verwendung einer Farbskala kann zusätzlich eine Intensität (z.B. die Bevölkerungsdichte, die Bodenqualität usw.) abgebildet werden (vgl. [Tversky, 2001, S. 94]). Die Verwendung einer Farbskala stellt somit eine Abbildung einer kontinuierlichen Dimension auf eine andere kontinuierliche Dimension dar (vgl. [Freska und Habel, 1990, S. 10]).

**Positionierung der Elemente zueinander (Teil des Kartenfelds)** Für eine Karte muss die zugrunde gelegte Topologie definiert werden. Die Topologie ist die meist mathematische Vorschrift, nach der die Elemente auf der Karte positioniert werden. Dies ist typischerweise die Richtung und Entfernung der Elemente zueinander. Bei gewöhnlichen geographischen Karten ergibt sich die Distanz zwischen zwei abgebildeten Objekten aus der Luftliniendistanz in der Realität. Die Elemente werden hierbei auf die zweidimensionale Fläche der Karte projiziert (Luftliniendistanz) und nicht in Abhängigkeit der tatsächlichen Erreichbarkeit eines Ortes über einen Weg. So spiegelt sich etwa die Steigung eines Weges oder dessen Qualität nicht in der Distanz auf der Karte wider. Derartige Informationen sind in einer Karte lediglich indirekt z.B. durch eingezeichnete Höhenlinien oder eine bestimmte Schraffur des Untergrundes vermerkt. Der Grund für diese vermeintlich praxisferne Darstellungsweise liegt darin begründet, dass diese Eigenschaften für jeden Nutzer der Karte individuell sind. Sie variieren, und es macht daher keinen Sinn, sie als allgemeingültige Information in Karten zu verzeichnen. Diese Werte sind zudem oft nicht oder nicht eindeutig messbar. Derartige Informationen sind auf der Ebene der Interpretation einer Karte anzusiedeln. Ein extremes Beispiel einer Karte, bei der die Distanz zwischen einzelnen Elementen gravierend von der Distanz in der Realität abweicht, sind Verkehrsnetzkarten. Der Zweck dieser Art von Karten ist es zu zeigen, dass es Verbindungen zwischen zwei Orten gibt, nicht jedoch, wie weit sie in der Realität voneinander entfernt sind. Wichtig

und verlässlich ist bei Verkehrsnetzwerken nur die Information, dass es Halte- und Umsteigepunkte gibt.

**Verbindungen zwischen einzelnen Elementen (Teil des Kartenfelds)** In der Regel sind einzelne, wichtige Eigenschaften der in einer Karte dargestellten Elemente durch eine entsprechende Notation auf der Karte vermerkt und somit ablesbar. Eine zwischen zwei Orten eingezeichnete Straße gibt primär an, dass zwischen den Orten ein Weg ist. Ob auf dem Weg Stau, Hindernisse wie Schranken oder Einschränkungen (z.B. Einbahnstrassen) oder ob die Straße für Personen oder bestimmte Fahrzeuge passierbar ist, ist nicht vermerkt. Meist ist jedoch die Notation so gewählt, dass sich die Karte richtig interpretieren lässt. Wichtig ist also, festzuhalten, dass auf einer Karte nur die wichtigen Eigenschaften des Raumes vermerkt sind, nicht jedoch konkrete Aussagen zur Nutzung oder zu den derzeitigen Nutzungspotentialen. Verbindungen in Karten repräsentieren Möglichkeiten oder Gewohnheiten<sup>26</sup>. Viele realweltliche Sachverhalte werden nicht in Karten vermerkt. Es sind aber genau die Eigenschaften vermerkt, die für das jeweilige Thema, den gewählten Maßstab und den Zeitraum der Karte einen allgemeingültigen Charakter besitzen und aus denen sich unter Berücksichtigung der realweltlichen Gegebenheiten durch Interpretation der Karte Handlungsoptionen und Zusammenhänge ableiten lassen. Tufte kritisiert in diesem Zusammenhang die oftmals undifferenzierte und wenig ausdrucksstarke Verwendung von Linien und Pfeilen in historischen Diagrammen (engl. „history charts“) und Netzzeichnungen. Tufte rät, die Linien zumindest zu beschriften. Als gutes Beispiel einer Visualisierung nennt er Karten, die seiner Meinung nach Linien immer sehr differenziert und aussagekräftig verwenden. Dies basiert nicht zuletzt auf Angabe einer Legende in Karten [Tufte, 2006, S. 65-71].

---

<sup>26</sup>Ein Fluss fließt gewöhnlich so, wie in der Karte vermerkt; mehrspurige Autobahnen sind gewöhnlich dort, wo viel Verkehr ist. Eine mehrspurige Autobahn ist aber keine hinreichende Bedingung für viel Verkehr. Obwohl eine breite, gut ausgebaute Straße dazu genutzt werden kann, schnell von einem Ort in einen anderen zu kommen, muss dies in der Realität nicht zwangsläufig so sein, etwa im Falle eines Staus.

### 3.3 Karten für die digitale Welt – die Softwarekartographie

Im Zusammenhang mit der Frage, wie Informationstechnologie wirkt, ergeben sich ganz ähnliche Anforderungen an die Darstellung wie bei geographischen Karten. Auch im soziotechnischen Kontext ist es wichtig, sich orientieren zu können, sich auf ein Projekt vorbereiten zu können, die Grenzen des Einflusses einzelner Akteure benennen zu können oder einen Überblick über die Verhältnisse zu haben. Relevante Verhältnisse können in diesem Zusammenhang die Nutzung einer bestimmten Software, deren Versionsstände, die Art der Datenhaltung, Sicherheitsstandards u.s.w. sein. Ähnlich der Geographie, die über Jahrhunderte ein einheitliches „Raster“<sup>27</sup> zur Abbildung der in der Natur gemessenen Werte (Distanzen, Richtung, Höhe, Eigenschaften des Raumes etc.) entwickelt hat, zeichnet sich zur Zeit eine Entwicklung in der IT ab. Vor dem Hintergrund, eine allgemeine Softwarekartographie zu entwickeln, haben Matthes et al. [2005] untersucht, wie IT-Landschaften in Unternehmen dargestellt werden [Matthes et al., 2005, S. 8]. Auf der Basis dieser Untersuchung stellen sie, kartographische Methoden nutzend, Anwendungslandschaften systematisch dar [Ernst et al., 2006]. Karten der Softwarekartographie setzen sich aus mehreren Schichten zusammen. Die Basis zur Verortung von Informationssystemen bildet der Kartengrund. Beziehungen zwischen einzelnen Informationssystemen oder ihren Komponenten können in der Schicht der Verbindungen dargestellt werden. Die oberste Schicht dient der Angabe von Kennzahlen zu den einzelnen Elementen. In der Softwarekartographie bilden die folgenden drei Kartentypen eine Basis zur Verortung der auf der Karte dargestellten Elemente (siehe dazu im Detail [Matthes et al., 2005, S. 8-13]).

**Clusterkarte** Als Kartengrund dienen logische Einheiten wie Funktionsbereiche, Organisationsbereiche oder geographische Einheiten. Elemente werden entsprechend ihrer Zugehörigkeit zu diesen logischen Einheiten verortet. Beziehungen zwischen einzelnen Elementen lassen sich durch Pfeile darstellen. Durch die Verwendung unterschiedlicher Pfeilenden können darüber hinaus Kommunikationsarten differenziert dargestellt werden. Da jedoch nicht diese Beziehungen, sondern die logischen Einheiten für die Karte strukturgebend sind, können diese Beziehungslinien in der Realität quer über die Karte verlaufen. Die Länge der Pfeillinien hat im Gegensatz zu Wegen in topografischen Karten keine Bedeutung.

---

<sup>27</sup>Dieses „Raster“ stellt einheitliche Längeneinheiten, Projektionsverfahren für die Abbildung der dreidimensionalen Realität auf eine zweidimensionale Darstellung (eine der bekannteren ist die Mercator-Projektion), intuitive Notationen usw. bereit.

**Prozessunterstützungskarte** Bei diesem Kartentyp wird zur Verortung auf der X-Achse auf wichtige Prozesse zurückgegriffen. Durch die logische Reihenfolge innerhalb eines Prozesses folgt die Anordnung der Elemente bei diesem Kartentyp zumindest entlang einer Dimension einer ordinalen Ordnung. Die Verortung auf der Y-Achse kann in Bezug auf Geschäftseinheiten, Zeiten, Systemtypen und anderem erfolgen. Die Distanz zweier Elemente hat auch bei diesem Kartentyp keine Bedeutung.

**Intervallkarte** Bei diesem Kartentyp werden die Elemente entlang der X-Achse nach der Zeit und entlang der Y-Achse nach Systemzugehörigkeit angeordnet. Es wird also dargestellt, welche Informationssysteme in welchen Versionsständen im Einsatz sind. Die Darstellung von Abhängigkeiten zwischen einzelnen Informationssystemen scheint bei diesem Kartentyp nicht im Vordergrund zu stehen.

Da sich auf Karten nicht nur naturwissenschaftliche, in der Natur messbare Daten abbilden lassen, wird die Kartographie zunehmend auch zu einem Werkzeug der Kultur- und Sozialwissenschaften. Wo frühere Kartographengenerationen mit unterschiedlichen Maßeinheiten zu kämpfen hatten, liegt die Herausforderung heute in der Erfassung und der angemessenen Darstellung qualitativer Daten (Wohlstand, Kriminalität, Zufriedenheit etc.). Da die Erfassung qualitativer Daten nie auf physikalisch messbaren Quellen, sondern immer nur auf subjektiven Einschätzungen beruht, fällt eine eindeutige Verortung der darzustellenden Elemente auf der Karte schwer – eine Problematik, die sich so auch bei der Erstellung kognitiver Karten ergibt. Kognitive Karten<sup>28</sup> stellen in der Regel das subjektive Empfinden eines Individuums dar oder bilden ein individuelles mentales Bild der Welt ab [Barkowsky, 2002, S. 22-24], [Hartl, 1990, S. 34-45]. Eindeutige Bezugspunkte zu finden und so der Karte eine allgemeine Struktur zugrunde zu legen, fällt auch hier schwer.

### 3.4 Die „soziotechnische Karte“ in der Literatur

Die Begriffe *sociotechnical map* und *sociotechnical mapping* finden sich vereinzelt in der Literatur zu *Technology Assessment* (TA). TA beschreibt Verfahren der zukunftsgerichteten Technologiebewertung bzw. der zukunftsgerichteten „Steuerung“ technologischer

---

<sup>28</sup>Kognitive Karten werden auch *mental maps* genannt.

Entwicklungen. Van den Ende beschreibt drei *Technology Assessment* Varianten (*Awareness TA*, *Strategic TA* und *Constructive TA*<sup>29</sup>), die jeweils für einen bestimmten zeitlichen Horizont gedacht sind. *Awareness TA* hat eine sehr langfristige Perspektive und fokussiert darauf, technologische Entwicklungen vorherzusehen, um unbeabsichtigte und ungewollte Konsequenzen abzuwenden. *Awareness TA* ist ein Instrument der politischen Forschung. *Strategic TA* dient dazu, politische oder strategische Ziele einzelner Akteure oder Akteursgruppen in Bezug auf spezielle technische Entwicklungen zu formulieren. *Constructive TA* ist die Form des *Technology Assessment* mit der kürzesten zeitlichen Perspektive und ist daher eine in Firmen angewendete Form der Technologiebewertung. *Constructive TA* wird dazu eingesetzt, viele Personen in den Entscheidungsprozess einzubeziehen, um technische Entwicklungen in eine sozialverträgliche Richtung zu lenken (vgl. [van den Ende et al., 1998, S. 4]).

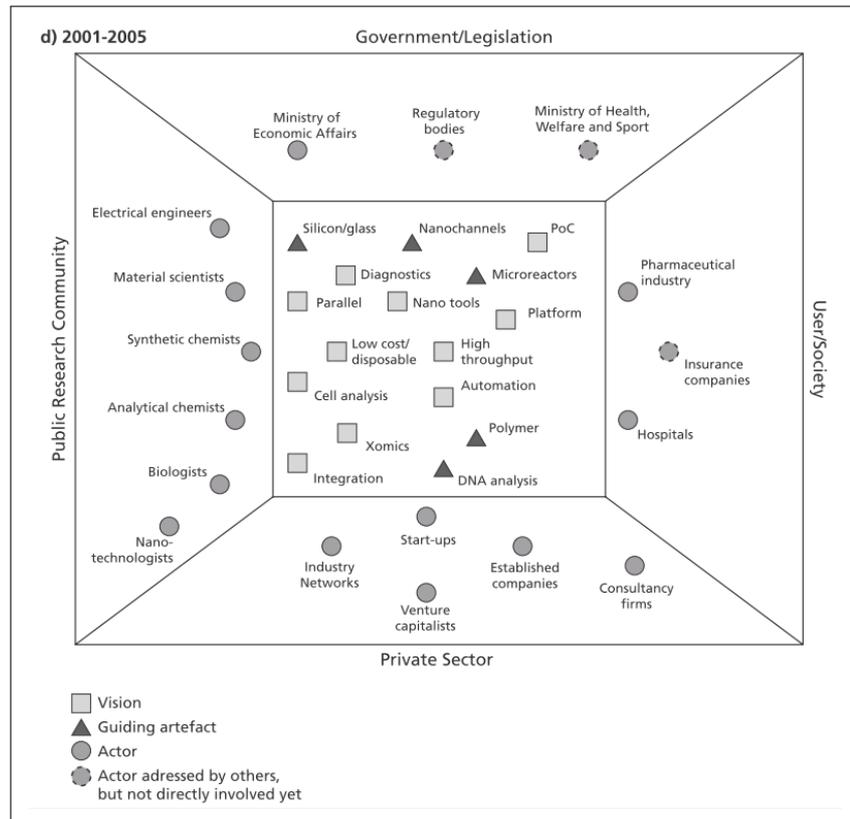
Schot und Rip verstehen unter *socio-technical mapping* den Vorgang, sowohl technische Entwicklungen als auch gesellschaftliche Fragen, Ansichten und Bedürfnisse im Rahmen einer *Technology Assessment* Studie aufeinander zu beziehen. Hierzu wird das Aufzeigen der Dynamik der technischen Entwicklung mit einer Stakeholder Analyse verknüpft (vgl. [Schot und Rip, 1996, S. 255]). Aufgabe einer soziotechnischen Karte (engl. *socio-technical map*) ist es dann, alle sozialen und technischen Elemente des einer TA-Analyse zugrundeliegenden Datenmaterials bildlich darzustellen. Eine solche bildliche Darstellung (Abbildung 3.2) findet sich erstmals in van Merkerk [2007, S. 94].

Auf Basis einer ausführlichen bibliometrischen Analyse in Bezug auf Meinungen<sup>30</sup> und Interviews werden die Entitäten *Akteur*, *Vision* und *Artefakt* in einer in fünf Sektoren aufgeteilten Karte verortet. *Visionen* beziehen sich auf von mehreren Akteuren geteilte Erwartungen für eine mögliche Zukunft, in der eine bestimmte Technologie eine Rolle spielt. *Artefakte* (im Original: *Guiding artefacts*) stehen für technische Elemente, die die Entwicklung eines entstehenden Technologiefeldes beeinflussen. Die vier an den Seiten angeordneten Sektoren *Public Research Community*, *Government/Legislation*, *User/Society* und *Private Sector* spiegeln die identifizierten relevanten Arenen der einzelnen Akteure wider. Akteure werden auf der Karte innerhalb dieser Sektoren verortet. Der fünfte Sektor befindet sich in der Mitte der Karte. In diesem werden einzelne *Visionen* und *Artefakte* verortet. Die Position der einzelnen *Visionen* und

---

<sup>29</sup>Van den Ende nennt als eine weitere Form des TA noch das *Backcasting*. Hier wird ausgehend von einem gewünschten Zukunftsszenario der Innovationsprozess rückwärts geplant.

<sup>30</sup>im englischen Originaltext: *Statements*



**Abbildung 3.2:** Soziotechnische Karte aus der *Constructive Technology Assessment* Forschung. Die Karte zeigt den sich entwickelnden „Lab-on-a-chip“ Bereich der Nanotechnologie für den Zeitraum 2001-2005.  
Quelle: [van Merkerk, 2007, S. 94]

*Artefakte* scheint sich an ihrer „Nähe“ zu einzelnen Akteuren zu orientieren. Van Merkerk nennt für die konkrete Verortung jedoch keine Verfahren. Etwaige Beziehungen zwischen *Vision* und *Artefakt* werden nicht gezeichnet. Um die Entwicklung eines sich entwickelnden Technologiefeldes zu untersuchen, bietet es sich an, Karten, die sich auf mehrere Perioden beziehen, zu erstellen. Bei van Merkerk bildet eine Karte eine Periode von vier Jahren ab (vgl. [van Merkerk, 2007, S. 79-81, 187]).

## 4 Konzeption der soziotechnischen Karte

Ein ähnlich mächtiges, universelles und intuitives Hilfsmittel, wie geographische Karten es sind, wäre auch zur Beschreibung von soziotechnischen Sachverhalten und Zusammenhängen sehr hilfreich. Insbesondere da digitale Daten theoretisch zu jeder Zeit an jedem Ort verfügbar sind (vgl. [Rolf et al., 2008, S. 56, 124]), ist es nicht immer sinnvoll, ein geographisches Bezugssystem zur Verortung von Elementen auf soziotechnischen Karten zu verwenden. Es fehlt für die Verortung der Elemente auf der Karte ein allgemeines Bezugssystem, welches zugleich die Grundlage für den jeweiligen Abstraktionsgrad der Karte bildet.

In diesem Kapitel werden theoretische Basis, Elemente und Struktur sowie Konstruktionsgrundlagen der soziotechnischen Karte vorgestellt. Die Basis (Unterkapitel 4.1) konstituiert sich aus den drei Bereichen „Analyse der Visualisierungstechniken“, „Mikropolis-Sichtweise“ und „Kartographie“. Der zweite Teil (Unterkapitel 4.2) stellt die Bestandteile und die Struktur der soziotechnischen Karte grundlegend vor. In Unterkapitel 4.3 werden die Merkmale geographischer Karten auf soziotechnische Karten übertragen und Grundlagen der Konstruktion der soziotechnischen Karte erläutert.

### 4.1 Ausgangspunkte für die Konzeption der soziotechnischen Karte

Erkenntnisse aus den folgenden drei Bereichen tragen zur Konzeption der soziotechnischen Karte bei:

- die Analyse etablierter Visualisierungstechniken

- die Mikropolis-Sichtweise
  
- die Kartographie

**Visualisierungstechniken** eignen sich gut, um sich einem Kontext fachspezifisch zu nähern. Der durch eine soziotechnische Karte zu beschreibende Kontext lässt sich durch sie im Dialog mit Fachvertretern erfassen und konkretisieren. Die Visualisierungstechniken wurden bereits in Unterkapitel 2.2 vorgestellt und in Unterkapitel 2.2.2 in Bezug zur Mikropolis-Sichtweise gesetzt. Die **Mikropolis-Sichtweise** setzt den theoretischen Rahmen und stellt wichtige Kategorien, Konzepte, Begriffe und Abstraktionen bereit. Sie dient als Ausgangspunkt für Struktur und Inhalt der soziotechnischen Karte. Die **Kartographie** liefert Methoden und Techniken, die zum Aufbau und zur Verwendung der soziotechnischen Karte genutzt werden können. Auf ihren Beitrag zur Konzeption der soziotechnischen Karte werde ich in diesem Kapitel verstärkt eingehen. Um soziotechnische Karten nach den Grundsätzen der Kartographie erstellen zu können, wurde der Aufbau geographischer Karten in Unterkapitel 3.2.2 bereits vorgestellt. Das folgende Unterkapitel erläutert den Beitrag der Mikropolis-Sichtweise zur soziotechnischen Karte.

##### 4.1.1 Der Beitrag der Mikropolis-Sichtweise

Die Mikropolis-Sichtweise liefert wertvolle Hinweise für die Struktur und den Inhalt der soziotechnischen Karte. Entscheidendes Merkmal der soziotechnischen Sichtweise ist es, der gegenseitigen Beeinflussung von Mensch und Technik Bedeutung zuzuschreiben. Dieser, als soziotechnischer Kern bezeichnete Fokus lässt sich detailliert beschreiben. Die Mikropolis-Sichtweise verwendet hierzu das Akteursmodell zur Beschreibung der Handlung und Motivation einzelner Menschen, Gruppen oder Organisationen (vgl. cite[S. 31]Rolf1998). Die Technik lässt sich durch den Grad ihrer Formalisierung<sup>31</sup> beschreiben (vgl. [Simon et al., 2008] und [Porto de Albuquerque und Christ, 2007]). Zur Beschreibung der gegenseitigen Beeinflussung wird das Konzept der Wechselwirkungen verwendet. Betrachtet man nicht lediglich eine einzelne Handlung, sondern eine Vielzahl von Handlungen, beispielsweise innerhalb einer Organisation, so muss die Struktur dieses Beziehungsgeflechts und deren Historie ebenfalls berücksichtigt

---

<sup>31</sup>Insbesondere die Begriffe „Vollautomatisierung“, „vorläufige Formalisierungslücke“ und „notwendige Formalisierungslücke“ können hier verwendet werden.

werden. Mit den Begriffen „Handlung und Struktur“, „De- und Rekontextualisierung“, „Pfade“ und „Prozesse“ stehen zahlreiche Konzepte zur detaillierten Beschreibung zur Verfügung. Einzelne Akteure und die von Ihnen genutzte Technik lassen sich als *Work Systems* [Alter, 2003] bezeichnen und können durch ihren Zweck charakterisiert werden. Beschrieben werden sie durch modellhafte Projekte oder Module (Operative Module, Innovative Projektmodule, Freelancer, Clickworker etc.). Handlungen können explizit oder implizit an bestimmten Leitbildern ausgerichtet sein. Die Mikropolis Sichtweise stellt einige dieser Leitbilder beispielhaft zur Diskussion. Darüber hinaus lassen sich bestimmte Kontexte aus sehr unterschiedlichen Perspektiven betrachten. Typische Perspektiven, die in der Mikropolis-Sichtweise verwendet werden, sind die „Managementperspektive“, die „Konsumentenperspektive“ und die „Perspektive der Beschäftigten bzw. IT-Nutzer“. Die Mikropolis-Sichtweise sensibilisiert zur Betrachtung makroperspektivischer Zusammenhänge und Implikationen (Netzwerkorganisationen, Finanzströme, Wissenstransfer, Innovationsspiralen usw.).

Wie später noch näher ausgeführt wird, bezieht sich eine soziotechnische Karte immer auf einen bestimmten Zeitpunkt und stellt somit eine Zustands- und keine Prozesssicht dar. Die temporale Perspektive kann daher nicht angemessen in einer einzigen soziotechnischen Karte abgebildet werden. Gleichwohl lässt sich diese Zustandssicht durch Anfertigung mehrerer, sich auf unterschiedliche Zeitpunkte beziehende soziotechnische Karten zu einer Prozesssicht ausweiten. Die Darstellung einer solchen Prozesssicht, durch die langfristiger Wandel, Innovationspotentiale oder auch Risse und Optionen sichtbar werden, ließe sich so in Form einer Animation mehrerer, sich auf unterschiedliche Zeitpunkte beziehender soziotechnischer Karten oder in Form von Mikropolis-Illustrationen realisieren.

#### 4.1.2 Ziele der soziotechnischen Karte

Ich schlage vor, eine Einheit aus Akteur, Artefakt und Ressource (materiell oder immateriell) zu bilden und diese als „soziotechnisches System“ zu bezeichnen<sup>32</sup>. Jedes für sich dient einem benennbaren Zweck, der auch als Prozessergebnis oder *Output* des soziotechnischen Systems bezeichnet werden kann. Dieser jeweilige Zweck steht

---

<sup>32</sup>Hierbei gibt es einige Parallelen zum *Work System Framework* (siehe Unterkapitel 4.2.2). Die Gründe, die gegen die direkte Übernahme des *Work System Frameworks* in soziotechnischen Karten sprechen, werde ich im Anschluss an die Vorstellung des Begriffs darlegen.

im Vordergrund, nicht der konkrete Akteur und das konkrete Artefakt. Zudem ist es durchaus denkbar, dass ein konkreter Akteur und ein konkretes Artefakt Teile von mehreren soziotechnischen Systemen sind.

Wenn Lösungen für ein bestimmtes Problem gesucht werden, sind die visuellen Modellierungstechniken (vgl. Kapitel 2) gut geeignet. Wenn zu vermuten ist, dass das eigentliche Problem schon falsch verstanden wurde oder die Forschungsfrage noch vollkommen offen ist, ist es hilfreich, sich ein umfassenderes Bild des Kontextes zu machen. Eine soziotechnische Karte dient demnach primär dazu, Zusammenhänge zwischen soziotechnischen Systemen aufzuzeigen. Typische Zusammenhänge sind:

**Netzwerkorganisationen** sind durch ihre in weiten Teilen dezentrale Organisation gekennzeichnet. Nicht zuletzt durch die schnelle und globale Vernetzbarkeit von Unternehmen durch Informationstechnik sind sie im Geschäftsleben häufiger anzutreffen. Netzwerkorganisationen sind oft entlang weltweiter Wertschöpfungsketten organisiert. Typische Ausprägungen sind „virtuelle Organisationen“, „Franchise-Kooperationen“, „Subcontracting“, „Outsourcing“ und „Joint Ventures“.

**IT-Infrastrukturen** tragen durch die Unterstützung wiederkehrender Handlungen dazu bei, in Organisationen und in der Gesellschaft stabile Strukturen auszubilden.

**Labile Strukturen** ergeben sich unter anderem durch temporäre Projektteams und kurzfristige Trends.

**Risse und Optionen** entstehen aus den unterschiedlichen Interessen der beteiligten Akteure. „Risse“ in der Gesellschaft entstehen etwa dadurch, dass Leitbilder und Werte kollidieren oder dass Strategien unterlaufen werden. Durch die Suche nach eigenen Wegen ergeben sich jedoch mitunter auch „Optionen“ [Rolf et al., 2008, S. 66-68, 125-127].

Fragen, die insbesondere in der Beratungs-Perspektive der Mikropolis-Sichtweise durch die konkrete Nutzung einer soziotechnischen Karte beantwortet werden sollen, sind beispielsweise:

- Wie ist der „Charakter“ der wiederkehrenden Handlungen (Prozessmuster) in einem bestimmten Bereich (z.B. in einem Unternehmen)? Wo überwiegt formale, automatische (Ab)Handlung, wo kreative Handlung?
- Wie kann man (beispielsweise in einem Unternehmen) taktisch handeln? Welchen Weg schlägt man ein? Startet man, falls sich außergewöhnliche Ereignisse wie Gesetzesänderungen, Änderung der Weltwirtschaft, Trends und dergleichen abzeichnen?
- Gibt es einen besseren Weg, so dass ein bekannter Weg (bzw. Prozess) nicht lediglich schneller begangen werden kann, sondern im Idealfall gar nicht mehr gegangen werden muss?
- Wie erkennt man Gegenden, die für einen bestimmten Zweck nicht geeignet sind?
- Welche Potentiale ergeben sich aus ohnehin schon durchgeführten Handlungen? (bspw. neue Märkte oder neue Kernkompetenzen)
- Welche Auswirkung hat IT-Nutzung jenseits ihres unmittelbaren Zwecks?

## 4.2 Elemente und Struktur

Zu den Aufgaben der soziotechnischen Karte zählen das **Ziehen von Systemgrenzen**, die **Identifikation der für ein soziotechnisches System relevanten Komponenten**, die **Verortung der soziotechnischen Systeme** und das **Beschreiben der Wechselwirkungen** zwischen einzelnen soziotechnischen Systemen.

### 4.2.1 Soziotechnische Systeme – die zentralen Elemente der soziotechnischen Karte

Auf den folgenden Seiten mache ich einen Vorschlag für den Aufbau der Elemente einer soziotechnischen Karte. Hier wird der Ansatz, eine Einheit aus Akteur, Artefakt und Ressource als elementares Kartenelement zu verwenden, näher beschrieben. Dieses

elementare Kartenelement werde ich im Folgenden als „soziotechnisches System“ bezeichnen. Der folgende Abschnitt erläutert den theoretischen Hintergrund der in einer soziotechnischen Karte eingezeichneten Elemente. Für die folgenden Überlegungen werden Visualisierungstechniken als grafische Beschreibungen eines Modells angesehen. Ein Modell ist hier als die generalisierte Beschreibung eines Systems zu verstehen.

Wichtige Eigenschaften eines Systems sind seine **Integrität** – sie **beschreibt den Grad des Zusammenhalts der Komponenten** (im Folgenden auch als **Kohäsion** bezeichnet) – und die Art der **Koordination** seiner Komponenten. Zwei Komponenten sind koordiniert, wenn sie gemeinsam zur Integrität des Systems, also zum Zusammenhalt seiner Teile, beitragen. Dies ist unabhängig davon, ob die Koordination eine Intervention eines externen Kontrollers (engl. *Controllers*) erfordert oder nicht [van Dijk, 2004, S. 16]. Aus einer fehlenden Integrität resultiert langfristig ein struktureller Zusammenbruch. Fehlende Koordination hingegen führt zu einem funktionellen Zusammenbruch [van Dijk, 2004, S. 16]. Das System funktioniert nicht, strukturiert sich aber auch nicht neu. Van Dijk nennt als oberstes Ziel eines Systemarchitekten, eine Struktur herzustellen, die die Systemintegrität maximiert.

Sieht man vor diesem Hintergrund die Visualisierungstechniken als grafische Darstellung einer Modellbildung, so stellt sich die Frage, welche der in der visuellen Darstellung repräsentierten Entitäten ein kohäsives System bilden und welches die entscheidenden Eigenschaften des jeweiligen modellierten Systems sind.

Da nur Systeme, nicht jedoch individuelle Elemente eine innere Integrität ihrer Komponenten anstreben und dadurch gegenüber der Umwelt verallgemeinerbare und damit modellierbare Eigenschaft haben, können Aussagen über generalisierbare Zusammenhänge auch nur für in einem System organisierte Komponenten getroffen werden.

Wird ein System beispielsweise primär aus einer technischen Perspektive beschrieben, so liegt dieser Modellierung ein technisches Systemverständnis zugrunde. Ein technisches System hat genau dann eine hohe Kohäsion, wenn die einzelnen Systemkomponenten integer und koordiniert interagieren. Führen hier also beispielsweise nötige Interaktionen der Komponenten eines technischen Systems mit sich außerhalb der Systemgrenze befindlichen „externen Kontrollern“ (z.B. Menschen oder natürlichen Elementen) zu einer nicht im Sinne des technischen Systems (bzw. seiner Integrität) ablaufenden

Koordination<sup>33</sup>, so sprengt dies die Funktion des (technischen) Systems. Damit also überhaupt ein in sich funktionierendes technisches System abgegrenzt werden kann, ist es erforderlich, dem zu beschreibenden System die Komponenten zugrunde zu legen, die für sich genommen koordiniert handeln und so zur Integrität des Systems beitragen. Komponenten, die den Systembegriff schwächen, bleiben unbeachtet oder werden, dies ist die bessere Alternative, zu Bestandteilen eines externen Kontrollers, der für das soziotechnische System eine Schnittstelle zu den für das System relevanten Umwelteigenschaften darstellt. Da die Komponenten eines soziotechnischen Systems sowohl technischer als auch sozialer Natur sind, muss es das Ziel der Beschreibung eines soziotechnischen Systems sein, die Beziehung zwischen Komponenten so darzustellen, dass der Zusammenhalt der Komponenten (die Kohäsion) deutlich wird, da ja diese Kohäsion entscheidend für den einer Modellierung zugrunde liegenden Systembegriff ist.

Geht man nun davon aus, dass ein soziotechnisches System visualisiert werden soll, so muss eben diese Kohäsion der Systemteile dargestellt werden. Soziales und technisches System müssen also, sofern sie als gemeinsame Teile des Systems gezeichnet werden, einem übergeordneten Systemziel folgen. Es müssen Systemgrenzen angegeben werden, über die hinweg geordnete Koordination des Systems mit der Umwelt möglich ist. Soziotechnische Systeme sind nur dann kohäsiv, wenn sie stabile Strukturen aufweisen (Prozessmuster) und sich zumindest über einen gewissen Zeitraum aus denselben Komponenten zusammensetzen.

### 4.2.2 Spezifizierung der Komponenten eines soziotechnischen Systems

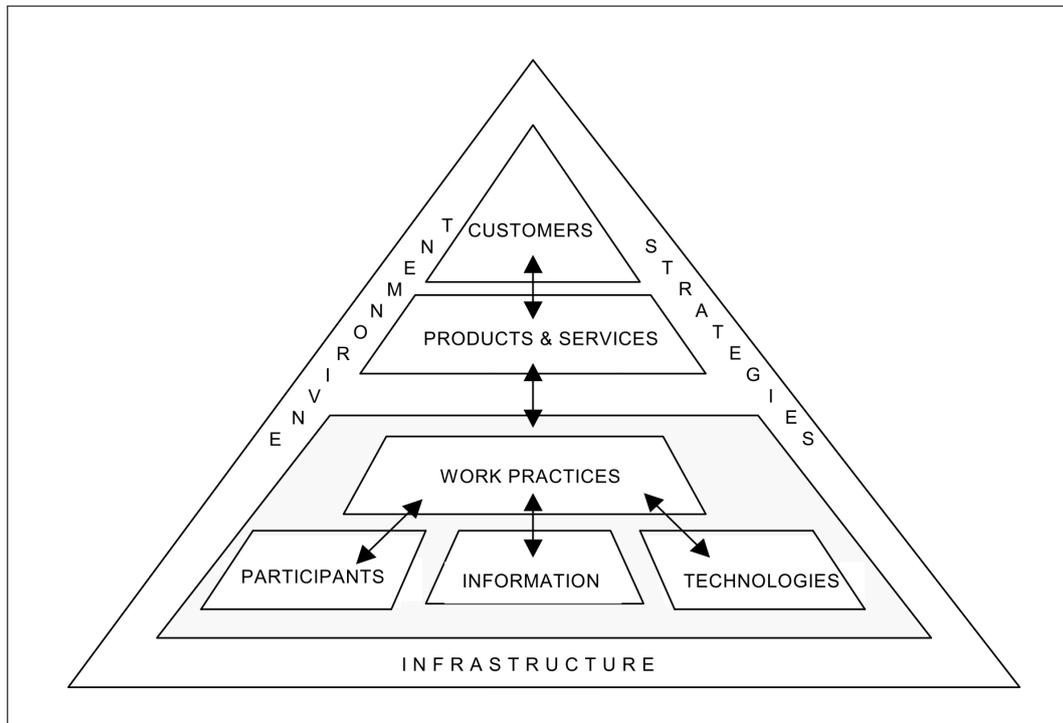
Das in dieser Arbeit für die soziotechnische Karte definierte „soziotechnische System“ hat viele Parallelen zu dem von Steven Alter, zur Beschreibung von Geschäftsprozessen aus einer soziotechnischen Perspektive formulierten *Work System Framework* (vgl. [Alter, 2002b, S. 90-94]).

Dieses, in Abbildung 4.1 dargestellte Framework setzt sich aus neun Elementen zusammen, deren Kern die vier Elemente „Arbeitspraxis“ (engl. *work practice*), „Beteiligte“

---

<sup>33</sup>Eine nicht im Sinne des technischen Systems ablaufende Koordination ist z.B. Benutzerreaktion, die bei der Dekonstruktion nicht berücksichtigt wurde, oder die Resignation des Benutzers, der infolge fehlender oder unerwarteter Funktionalität des Systems weitere Eingaben schlicht verweigert.

(engl. *participants*), „Information“ und „Technologie“ (engl. *technologies*) bilden. Nach



**Abbildung 4.1:** Visuelle Darstellung des *Work System Frameworks* von Steven Alter  
Quelle: [Alter, 2003, S. 368]

dem Verständnis von Steven Alter sind diese vier Kernelemente bei der Erstellung von Produkten und Dienstleistungen für interne oder externe Kunden eines Unternehmens beteiligt. Dieser Kern, auch bezeichnet als *Work System*, eignet sich, in Kombination mit den übrigen fünf Elementen des Frameworks, gut dazu, theoretische Überlegungen zu soziotechnischen Systemen zu vertiefen. Die übrigen fünf zur Beschreibung eines *Work Systems* benötigten Elemente sind:

**Produkte und Dienstleistungen** (engl. *Products & Services*) Sie sind der *Output* eines *Work Systems*.

**Kunden** (engl. *Customers*) Sie sind die Nutznießer des *Output*.

**Infrastruktur** (engl. *Infrastructure*) Durch sie werden Menschen, Informationen und technische Ressourcen beschrieben, auf die das einzelne *Work System* angewiesen

ist. Diese Ressourcen sind jedoch in ihrer Existenz unabhängig vom *Work System* und können von mehreren gemeinsam in Anspruch genommen werden.

**Umwelt** (engl. *Environment*) Die Umwelt beeinflusst das *Work System* nur indirekt, z.B. durch organisatorische, kulturelle, wettbewerbliche, technische oder regulatorische Einflüsse.

**Strategien** (engl. *Strategies*) Sie spiegeln das Leitbild einer Organisation wider.

Das Konzept des *Work System Framework* eignet sich zur sehr differenzierten Beschreibung von soziotechnischen Systemen und es zeigt sich, dass das *Work System Framework* viele Parallelen zu dem in dieser Arbeit verwendeten Begriff des soziotechnischen Systems aufweist. Beteiligte (engl. *Participants*) verfolgen ein Ziel oder haben einen Zweck, benötigen dafür Ressourcen (z.B. Information) und nutzen Artefakte (meist sind diese technisch).

Die visuelle Darstellung des *Work System Framework* in Form eines Dreiecks (siehe Abbildung 4.1) wird jedoch explizit nicht in die Notation der soziotechnischen Karte übernommen. Steven Alters Darstellung ist vollkommen unabhängig von dem Symbol des Dreiecks, das an späterer Stelle vorgestellt wird (vgl. Abschnitt „Elemente der soziotechnischen Karte“ in Unterkapitel 4.3). Zum einen ist die Form des Dreiecks im Mikropolis-Kontext schon vorgelegt, zum anderen ist die Darstellung zur Verwendung auf einer Karte zu detailliert. Auch die Differenzierung bei Steven Alter in die Elemente „Infrastruktur“, „Umwelt“ und „Strategien“ erscheint für die Verwendung in soziotechnischen Karten zu fein und grafisch schwer zu realisieren. Hierfür bietet sich die Verwendung des Begriffs „Milieu“ (siehe folgender Abschnitt) an.

Darüber hinaus zielt das *Work System Framework* eher auf die Unterstützung der Anforderungsanalyse bei der Konstruktion neuer Systeme oder die Unterstützung einer Reorganisation von Systemen ab, als auf die Darstellung der Zusammenhänge zwischen bestehenden soziotechnischen Systemen [Alter, 2002a, S. 21-23]. Ein wesentliches Ziel der soziotechnischen Karte ist das Aufzeigen von Wechselwirkungen. Hierfür müssen sich klare *Input/Output* Beziehungen darstellen lassen. Im *Work System Framework* wird zwar die Komponente „Produkte und Dienstleistungen“ als *Output* des *Work System* gesehen, die Differenzierung und Quantifizierung des *Output* in Form von

„Produkten und Dienstleistungen“ fällt, insbesondere unter grafischen Gesichtspunkten, schwer. Zudem sind die *Input*-Beziehungen äußerst diffus formuliert.

Zusammengefasst lässt sich der in Bezug auf soziotechnische Karten verwendete Begriff des soziotechnischen Systems durch folgende Punkte spezifizieren:

- Ein soziotechnisches System dient einem Zweck bzw. hat ein Ziel.
- Für ein soziotechnisches System lässt sich relevanter *Input* und *Output* definieren<sup>34</sup>.
- Die sozialen<sup>35</sup> und technischen<sup>36</sup> Komponenten sowie die benötigten Ressourcen<sup>37</sup> lassen sich definieren. Auf dieser Basis lässt sich durch eine geeignete Notation darstellen, welche Komponente überwiegt (siehe Abschnitt „Elemente der soziotechnischen Karte“ in Unterkapitel 4.3).

Auch in geographischen Karten kommt der Mensch und seine materiellen Güter nicht selber vor. Nur die für ihn relevante Umwelt und die für ihn nutzbare Infrastruktur mit typischen Anschlusspunkten wie Bahnhöfe, Kreuzungen, Häfen und dergleichen werden dargestellt. Bei soziotechnischen Karten werden daher auch nur die generalisierbaren, wiederkehrenden Handlungen (Prozesse) in Form von soziotechnischen Systemen dargestellt. Sie ermöglichen konkrete Handlungen. Soft- und Hardware, aber auch Normen und Rollen erhalten den Charakter von Infrastruktur, die konkrete Handlungen ermöglicht. Diese Infrastruktur gleicht einem Weg, den das einzelne Individuum gehen kann, aber nicht gehen muss.

Es ist nicht sinnvoll, eine soziotechnische Karte auf Basis konkreter Handlungen einzelner Akteure aufzubauen. Die Handlungsmotive und damit die potentiellen Entscheidungen einzelner Akteure zu benennen, wäre reine Spekulation und führt auch nicht allzu weit, da Akteure in einer z.B. durch bestimmte Entscheidungen herbeigeführten Konstellation anders handeln würden, wenn zuvor andere Entscheidungen

---

<sup>34</sup>Evtl. in der Art „Beschwerde rein, glückliche Kundenbeziehung raus“ oder „investierte Zeit rein, neues Wissen raus.“

<sup>35</sup>Soziale Komponenten sind z.B. die Rollen der Akteure.

<sup>36</sup>Technische Komponenten sind z.B. die Artefakte und deren Funktionen.

<sup>37</sup>Ressourcen können materieller Natur (Rohstoffe, Güter usw.) oder immaterieller Natur (Daten, Ideen usw.) sein.

getroffen worden wären. Individuen werden, da sie in ihren Handlungen zu „mobil“ sind, nicht in den Karten verzeichnet. Ein Individuum kann seinen Standpunkt jedoch in die Karte einzeichnen oder aus ihr ablesen. Konkrete Handlungen und Wissen müssen somit nicht abgebildet werden, da dies auf der Ebene der Interpretation der Karten anzusiedeln ist.

Durch die Art der soziotechnischen Systeme und die Verbindungen zwischen ihnen ergeben sich Strukturen. Es werden jedoch nur die für den Gültigkeitszeitraum (vgl. Unterkapitel 3.2.2 auf Seite 66) der Karte unveränderlichen Strukturen (also nur diejenigen, die sich auf einen dedizierten Zeitpunkt beziehen) in der Karte eingezeichnet. Zusätzlich können erfassbare Tendenzen (aktuelle Normen, Gesetze, Leitbilder usw.), die für den zeitlichen Gültigkeitsbereich erfassbar und fest sind, vermerkt werden. Dadurch wird die Darstellung von Pfaden zunächst zurückgestellt. Es ist jedoch denkbar, dass sich aus einer zeitlich diskreten Darstellung eines Sachverhaltes (z.B. Wandel einer Organisation) auf mehreren, sich auf unterschiedliche Zeitpunkte beziehende Karten die Darstellung von Pfadverläufen und Pfadoptionen gut ableiten lässt.

### 4.2.3 Das Milieu eines soziotechnischen Systems

Die unmittelbare Umwelt (das Milieu) [van Dijk, 2004, S. 16] konstituiert sich aus Sicht des Systems lediglich aus den Eigenschaften, die sich unmittelbar auf seine Systemeigenschaften beziehen. Übrige Umwelteigenschaften sind zunächst irrelevant. Geht man davon aus, dass es für die einzelnen soziotechnischen Systeme relevante Umwelteinflüsse gibt, die die Existenz des soziotechnischen Systems ermöglichen und ihr Fortbestehen sicherstellen, so kann die Verortung eines einzelnen soziotechnischen Systems gemäß eines für das System passenden Milieus erfolgen. Ein Milieu charakterisiert also das nähere Umfeld des soziotechnischen Systems. Durch den Begriff „Milieu“ können dabei sowohl technische als auch soziale Aspekte beschrieben werden. Ein soziotechnisches System bei dem die technische Komponente überwiegt, befindet sich in einem durch technische Aspekte determinierten Milieu. Solch ein Milieu stellt dem System eine verlässliche technische Infrastruktur (zum Beispiel einen durch unterbrechungsfreie Stromversorgung, Sicherheitsmechanismen und Backups gesicherten Server) und technisch versiertes Fachpersonal zur Verfügung. Das Milieu eines soziotechnischen Systems bei dem die soziale Komponente sehr bedeutend ist, die

technische Komponente hingegen nur eine unterstützende Funktion hat, ist hingegen durch Eigenschaften wie Offenheit, Flexibilität und Berücksichtigung der individuellen fachlichen Anforderungen charakterisiert. Durch die Identifikation typischer Milieus lassen sich ähnliche soziotechnische Systeme in eben diesen typischen Milieus verorten. Eigenschaften, die für mehr als ein System relevant sind, müssen dann nicht mehr für jedes einzelne Element beispielsweise durch eine bestimmte Notation vermerkt werden. Es genügt anzuzeigen, dass die entsprechende Eigenschaft im Milieu vorhanden ist.

#### 4.2.4 Potentielle Daten für eine soziotechnische Kartierung

Für soziotechnische Karten müssen soziale und technische Fakten berücksichtigt und daher im Vorfeld der Anfertigung einer Karte systematisch Daten erhoben werden. Für die technischen Aspekte von soziotechnischen Systemen sind vornehmlich quantitative Daten zu erheben. Sie können dabei in der Regel gemessen oder durch Zählen erfasst werden. Insbesondere im sozialen Bereich müssen darüber hinaus qualitative Daten erhoben werden<sup>38</sup>. Zu ihrer Erfassung eignen sich Verfahren der qualitativen Sozialforschung. So können Aussagen z.B. durch das Verfahren der Transkription aus Interviews extrahiert und dabei auf eine vergleichbare Basis gestellt werden (siehe dazu im Detail [Flick, 1996, S. 192]). Veröffentlichungen können durch eine bibliometrische Untersuchung auf die Nennung von Stichwörtern oder Themen hin untersucht werden [van Merkerk, 2007, S. 92].

Die Kombination technischer und sozialer Datenbasen ist ein kritischer Punkt, insbesondere da eine Vergleichbarkeit quantitativer und qualitativer Daten nicht unbedingt gegeben ist und da die Anordnung der Karte wegen des fehlenden gemeinsamen Bezugssystems je nach zugrunde gelegten Daten stark variiert (siehe zu dieser Problematik auch [Snow, 1987]). Zudem lassen sich selbst vermeintlich rein technische Systeme nicht lediglich durch physikalische Faktoren beschreiben. Kline merkt an, dass komplexe Systeme insbesondere durch soziale Einflussfaktoren ein emergentes Verhalten zeigen, welches sich bei der isolierten Betrachtung der Systemteile nicht zeigt [Kline, 1996, S. 132-135]. Für die Kartierung von soziotechnischen Kontexten bietet es sich an, sowohl technische Informationen, als auch physikalische / natürliche Informationen, soziale /

---

<sup>38</sup>Bei der Erfassung qualitativer Daten muss insbesondere darauf geachtet werden, dass sich etwa Aussagen aus Interviews auf Fakten und einen einheitlichen zeitlichen Rahmen beziehen und nicht Wünsche oder individuelle Interpretationen darstellen.

normative / soziokulturelle Informationen<sup>39</sup> sowie sozioindividuelle Informationen<sup>40</sup> zu berücksichtigen. Sozioindividuelle Informationen sind, obwohl sie sich auf einzelne Handlungen beziehen, für soziotechnische Karten wichtig, da sie die wiederkehrenden Handlungen (Prozesse) durchaus tangieren können und so ein wichtiges Indiz für „Risse und Optionen“ sind. Sozioindividuelle Informationen dürfen aber in soziotechnischen Karten nicht strukturbildend sein. In Tabelle 4.1 sind mögliche Datenbasen für die einzelnen Informationsarten aufgelistet.

Einen konkreten Ansatz zur Erfassung entsprechender Daten im geschäftlichen Umfeld verfolgen [Rajsiri et al., 2007]. Sie schlagen vor, über eine von ihnen eigens entwickelte Internet-Plattform für kollaborative Geschäftsprozesse die Aktivität und Struktur dieser Geschäftsbeziehungen zu messen und auf Basis der gesammelten Daten Geschäftsprozesse nach kartographischen Methoden darzustellen. Sie gehen dabei nach einem zweistufigen Verfahren vor. In einem ersten Schritt werden durch Interviews mit den Nutzern der Plattform allgemeine Daten wie Name, Rolle, Firma, angebotene Dienstleistung sowie Informationen über die Art der Zusammenarbeit mit Geschäftspartnern erhoben und in einer Datenbank gespeichert. Hierüber lässt sich später die Struktur der Aufbauorganisation der Geschäftspartner, zumindest für diejenigen, die für ihre Zusammenarbeit die Plattform verwenden, erkennen. Der zweite Schritt der Datenerhebung funktioniert automatisch. Durch die kollaborative Nutzung der Plattform durch die Geschäftspartner werden laufend Daten aggregiert, aufbereitet und gespeichert. Die Plattform unterstützt dabei zahlreiche Arten der Kollaboration. Sie unterstützt u.a. den Austausch und die Weitergabe von Dokumenten. Handelt es sich bei diesen Dokumenten beispielsweise um Anfragen und Bestellungen, so sollen diese von der Plattform automatisch analysiert und interpretiert werden. Aus diesen automatisch gesammelten Informationen kristallisieren sich, so die Hoffnung der Autoren, mit der Zeit wiederkehrende Prozesse heraus. Diese werden in Form von generierten *Business Process Modelling Notation (BPMN)* Diagrammen visualisiert. Ziel ist es, Geschäftsprozessmuster zu identifizieren und so ein besseres Verständnis für Kollaboration in und zwischen Unternehmen zu entwickeln [Rajsiri et al., 2007, 479-486], [Rajsiri et al., 2008, 437-449].

---

<sup>39</sup>Gesetze, Normen, Leitbilder usw.

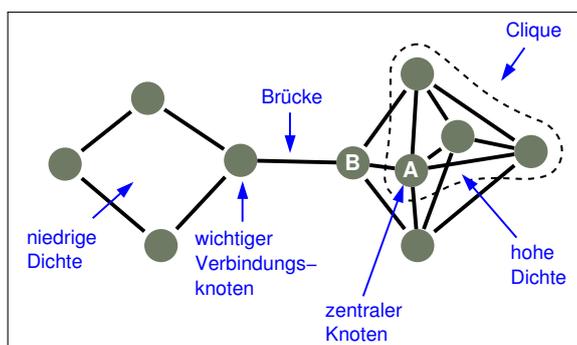
<sup>40</sup>Einflüsse, die den Einzelnen zu Handlungen veranlassen, bzw. äußere Einflüsse, welche individuelle Handlungen erst ermöglichen.

<b>Art der Information</b>	<b>Datenbasis</b>	<b>Beispiele</b>
technische Komponente	technische Kennzahlen	Geschwindigkeit Größe usw.
	quantitative Daten	Schnittstellenaufrufe an technischen Systemen (SOA Services, Webformulare usw.)
soziale / normative / soziokulturelle Informationen	Gesetze Normen usw.	
	Leitbilder	Prozessorientierung Open Innovation Automation Modularisierung Outsourcing Expertenarbeitsplatz uneingeschränkte Marktökonomie Sucht Hedonismus Homo ludens nachhaltige Entwicklung Sicherheit und Überwachung
sozioindividuelle Informationen	Interviews, Fragebögen	Trends unvorhergesehene Ereignisse usw.
Ressourcen	Daten	Art der Daten (analog/digital), Qualität und Quantität, Aktualität der Daten
	natürliche Materialien	Waren, Rohstoffe Energie usw.

**Tabelle 4.1:** Mögliche Datenbasen für die Kartierung soziotechnischer Karten.

### 4.2.5 Verortung der Inhalte bei soziotechnischen Karten

Da es in soziotechnischen Karten keinen zeitlogischen Bezug zwischen einzelnen soziotechnischen Systemen gibt, sondern nur in der Regel auftretende *Input/Output* Beziehungen bzw. Wechselwirkungen, bietet es sich an, die soziotechnischen Systeme ähnlich wie die Knoten in einem visuellen sozialen Netzwerk anzuordnen. Hieraus resultiert zunächst keine feste Struktur. Es ist aber denkbar, dass sich, wählt man die richtigen Basisdaten auch auf soziotechnischen Karten ähnlich wie bei visuellen sozialen Netzwerken (vgl. Abbildung 2.11 auf Seite 35) markante Eigenschaften und Strukturen abzeichnen. In Abbildung 4.2 sind solche markanten Eigenschaften und Strukturen in einem exemplarischen sozialen Netzwerk abgebildet.



**Abbildung 4.2:** Ein grafisches soziales Netzwerk offenbart bedeutende Knoten des Netzwerks und lässt Eigenschaften des Netzwerks erkennen.  
Quelle: eigene Darstellung

Die Struktur des Netzwerks offenbart wichtige Knoten. Knoten „A“ hat direkte Verbindungen zu allen Knoten in seinem lokalen Cluster. Dieser Knoten nimmt also eine zentrale Rolle ein. Da in diesem Cluster aber ohnehin eine hohe Verbindungsdichte zu erkennen ist, zeigt es sich, dass Knoten „A“ gar nicht so entscheidend ist. Eine sehr bedeutende Rolle hat hingegen Knoten „B“. Er stellt eine Verbindung zu dem Cluster der linken Seite her. Durch die weitere Betrachtung eines solchen Netzwerks lässt sich beispielsweise analysieren, wie schnell ein Netzwerk auf Innovationen reagieren kann, welche Knoten den Informationsfluss im Netzwerk unterbinden können oder ob es zentrale Knoten gibt, ohne die ein Netzwerk in viele Einzelnetzwerke zerfallen würde [Krebs, 2000, S. 14-22], [Moody und White, 2003, S. 107-120].

Haben einzelne soziotechnische Systeme ähnliche Eigenschaften, so lassen sich anhand dieser gemeinsamen Eigenschaften ähnlich wie bei den visuellen sozialen Netzwerken (vgl. Abbildung 2.11 auf Seite 35) mithilfe von Algorithmen Cluster herausbilden. In Unterkapitel 4.2.3 wurde vorgeschlagen, das Milieu (gemeinsame, für das jeweilige soziotechnische System relevante Eigenschaften der Umwelt) zur Verortung der Elemente zu verwenden, da auf soziotechnischen Karten nicht der physische Raum als Orientierungspunkt zur Einordnung der dargestellten Elemente dient. Um sich dennoch auf soziotechnischen Karten orientieren zu können, ist die hervorgehobene Darstellung von sogenannten „Landmarken“ – dies sind allgemein bekannte markante Elemente – ratsam. Gute Bezugspunkte, die es erlauben, sich schnell auf einer Karte zurechtzufinden, wären bspw. allgemein bekannte Elemente, deren Topologie relativ geläufig ist. Im Falle der Darstellung von Webseiten wären bspw. Google als Synonym für Suchmaschine und Wikipedia als Synonym für freien Content geeignete Bezugspunkte, zu denen weitere Elemente in Relation gesetzt werden können. In der Softwarekartographie werden hierfür unter anderem Unternehmensbereiche verwendet (vgl. Unterkapitel 3.3).

### 4.3 Übertragung der Merkmale geographischer Karten auf soziotechnische Karten

Zur Konzeption der soziotechnischen Karte wird nun der im Kapitel zu den kartographischen Grundlagen vorgestellte Aufbau geographischer Karten auf soziotechnische Karten angewendet.

**Konstruktionsverfahren** Die konkrete Konstruktion einer soziotechnischen Karte umfasst folgende Schritte

1. Definition von Struktur, Aufbau und Inhalt der Karte (Auswahl des „Raumes“ und der zu erfassenden Daten)
2. Systematische und vollständige Erfassung von Daten für den zu kartierenden Bereich

3. Übersichtliche Gestaltung der Karte

Tabelle 4.2 gibt einen Überblick über die, in den folgenden sieben Abschnitten genannten Elemente und Eigenschaften der soziotechnischen Karte.

<b>Kartenbereich</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Stichwort bzw. Elemente der soziotechnischen Karte</b>
Kartenrand	Thema, Legende und weitere Angaben	Titel Subtitel weitere Angaben
Kartenrahmen	Kartenmaßstab	Perspektiven der Mikropolis-Sichtweise (Makrokontext, Mikrokontext, soziotechnischer Kern)
Kartenfeld	Elemente	soziotechnische Systeme (incl. prototypischer Module)
	Gliederung der Elemente	Arenen
	Kartengrund	geteilte Eigenschaften der Umwelt: das Milieu
	Position der Elemente	Berechnung der die Position anhand der Eigenschaften analog zu visuellen sozialen Netzwerken
	Beziehungen zwischen den Elementen	Wechselwirkungen und Ströme

**Tabelle 4.2:** Zuordnung der Kartenbereiche zu Stichworten und der Elementen der soziotechnischen Karte.

4.3.1 Das Thema einer Karte

Bevor es um den konkreten Inhalt und Aufbau einer Karte geht, müssen Überlegungen angestellt und Entscheidungen darüber getroffen werden, was mithilfe einer Karte gezeigt werden soll, beziehungsweise zur Beantwortung welcher Fragen sie später herangezogen werden kann. Eine Karte hat somit als erste Gliederungsebene zunächst ein ganz bestimmtes Thema. Bei geographischen Karten wären z.B. die Bodennutzung oder das Vorkommen von Tieren und Pflanzen mögliche Themen. Karten zur Darstellung

von Informationssystemen und/oder deren Nutzung zielen traditionell beispielsweise auf die Abbildung einer Serverinfrastruktur oder auf das Zusammenspiel und den Implementationsstand von Softwarekomponenten ab.

Aus dem Thema einer Karte ergeben sich die, auf der Karte abzubildenden Elemente. Tabelle 4.3 zeigt eine Auflistung möglicher Kartentypen und Kartenthemen. Der Kartentyp, das Kartenthema und der Kartentitel werden im oberen Bereich des Kartenrandes vermerkt. Der Kartentitel bezieht sich bei soziotechnischen Karten auf den Kontext (z.B. der Name der dargestellten Organisation oder der sozialen Gruppe). Weitere Angaben wie Bezugszeitraum, Herausgabedatum, Herausgeber, Kartograph, redaktionelle und urheberrechtliche Angaben und Hinweise zum Quellenmaterial werden im Kartenrand unten rechts vermerkt.

Wie in Unterkapitel 3.2.2 bereits genauer ausgeführt wurde, gehören zu einer Karte immer zwei zeitliche Angaben – der Zeitraum, für den der auf der Karte abgebildete Inhalt Gültigkeit hat (Bezugszeitpunkt)<sup>41</sup>, und der Zeitpunkt der Erstellung bzw. Herausgabe der Karte (Herausgabedatum). Hieraus ergibt sich also implizit eine retrospektive, eine aktuelle oder eine prospektive Perspektive auf die Karte.

#### 4.3.2 Der Kartenmaßstab

Es gibt zahlreiche Perspektiven auf einen soziotechnischen Kontext. Den einzelnen Perspektiven entspricht ein jeweils unterschiedlicher Abstraktionsgrad. Die Mikropolis-Sichtweise kennt lediglich die grobe Unterteilung in „soziotechnischen Kern“, „Mikrokontext“, und „Makrokontext. Tabelle 4.3 stellt eine Orientierung für die Zuordnung zwischen Mikropolis-Abstraktionsgrad und einigen beispielhaften Perspektiven dar.

Der Kartenmaßstab wirkt sich einerseits auf das Abstraktionsniveau, andererseits auf die Positionierung der Kartenelemente aus. Es sind zwei Bezugsmaßeinheiten für soziotechnische Karten denkbar.

---

<sup>41</sup>Da Karten nur die für einen bestimmten Zeitraum unveränderlichen Sachverhalte darstellen (vgl. Unterkapitel 3.2.2 auf Seite 66), muss der Bezugszeitraum angegeben werden. Dies kann allerdings auch indirekt durch die Art der Datumsangabe geschehen. Wird nur die Jahreszahl angegeben, ist der Zeitraum ein Jahr, wird hingegen Jahr und Monat angegeben, ist der Gültigkeitsraum ein Monat usw..

<b>Kartentyp</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Kartenthema</b>
Ströme- und Strukturenkarte	Fokus dieses Kartentyps sind Ströme (Finanz-, Rohstoff-, Waren-, Datenströme usw.) oder sich aus markanten Wechselwirkungen ergebende Strukturen.	Darstellung der Struktur von IT- & Organisations-Systemen
		Darstellung der Kernkompetenzen
		retrospektive Darstellung des Wandels (mehrere Karten unterschiedlicher Bezugszeitpunkte)
Merkmals- und Milieukarte	Dieser Kartentyp dient der Darstellung besonderer Elemente und charakteristischer Bereiche.	Darstellung der qualitativen Merkmale der IT- & Organisations-Systemen
		Darstellung von Rationalisierungspotentialen
		Darstellung der notwendigen Formalisierungslücke
Wirkungskarte	Auf Karten dieses Typs werden vornehmlich die Zusammenhänge und Auswirkungen des Setups eines Kontextes dargestellt.	Darstellung der Arbeitsbedingungen
		Darstellung privater Computernutzung (Spiel, <i>digital divide</i> , u.a.)
		Darstellung nachhaltiger Entwicklungsoptionen

**Tabelle 4.3:** Mögliche Kartentypen und Kartenthemen für soziotechnische Karten.

<b>Mikropolis-Abstraktionsgrad</b>	<b>soziotechnische Perspektive</b>
Makrokontext	globale Perspektive
	multinationale Organisation
	Organisation mit internat. Zulieferbetrieben
Mikrokontext	nationale Organisation
	Organisationseinheit
	Gruppe oder Abteilung
soziotechnischer Kern	individuelle geschäftliche Computernutzung
	individuelle private Computernutzung

**Tabelle 4.4:** Mögliche Zuordnung von soziotechnischen Perspektiven zu den Mikropolis-Abstraktionsgraden.

- Die Anzahl der Wechselwirkungen (Interaktionen) innerhalb oder zwischen „soziotechnischen Systemen“
- Intensität der Waren-, Informations- oder Finanzströme zwischen „soziotechnischen Systemen“

Ein kleiner Maßstab würde einzelne Wechselwirkungen abbilden bspw. eine konkrete Computernutzung als Folge von Benutzereingaben, Rechenschritten und Computerausgabe. Ein großer Maßstab würde Wechselwirkungen in Form von beobachtbaren Tendenzen (politische Entscheidungen, Trends etc.) zusammenfassen. Soll die soziotechnische Karte den Grundsätzen der Kartographie entsprechen, sollte ein Ein- und Auszoomen möglich sein. Insbesondere dürften sich hierbei lediglich der Detailgrad, nicht jedoch die Anordnung der Elemente ändern.

Die Bezugsmaßeinheit wird, falls möglich unter Angabe der zugrunde gelegten Einheit, des Wertebereichs bzw. einer Maßstabszahl, in der Legende vermerkt. Bei geographischen Karten wird diese Informationen – dort sind es bspw. die Längen- und Breitengrade – auch im Kartenrahmen vermerkt. Da es bei soziotechnischen Karten ein solches eindeutiges Bezugssystem nicht gibt, finden sich entsprechende Angaben lediglich in der Legende.

### 4.3.3 Elemente der soziotechnischen Karte

Elemente einer soziotechnischen Karte sind mehrere **soziotechnische Systeme**, die **durch Linien oder Pfeile zueinander in Bezug gesetzt**<sup>42</sup>, **durch Arenen gegliedert**<sup>43</sup> und **innerhalb von Milieus verortet** werden<sup>44</sup>. Im soziotechnischen Ansatz sind die Bereiche „Mensch“, „Technik“ und „Organisation“ von vordergründigem Interesse (vgl. Unterkapitel 1.1.1). Diese drei wichtigen Komponenten sollen sich auch in den Elementen einer soziotechnischen Karte widerspiegeln. Da für einzelne soziotechnische Systeme jedoch mal die eine, mal die andere Komponente überwiegt, dieser Sachverhalt aber wichtig für den Charakter des soziotechnischen Systems ist, wurde von mir eine Notation entworfen, aus der sich die Bedeutung der Komponenten ablesen lässt. Sie besteht aus den Grundformen **Dreieck**, **Kreis** und **Viereck**. Abbildung 4.3 zeigt diese drei Grundsignaturen sowie ineinander übergehende Zwischensymbole. Die Abbildung enthält aus Gründen der Übersichtlichkeit keine Elemente, die genau zwischen zwei Polen liegen, solche Elemente können aber selbstverständlich trotzdem auf einer Karte verwendet werden. Im Folgenden wird die Wahl der Formen erläutert:

**Dreieck – organisatorische Komponente** In bisherigen Mikropolis-Illustrationen werden **Organisationen** in Anlehnung an Hierarchiedarstellungen in der betriebswirtschaftlichen Literatur traditionell als **Dreieck** dargestellt. Auch wenn in Organisationen heutzutage oft eine Matrix- und/oder Netzwerkorganisation bedeutend ist, soll diese Dreieckssignatur bei soziotechnischen Karten beibehalten werden. Die Signatur hat sich im Mikropolis-Kontext etabliert und wird als intuitiv erkennbar angesehen.

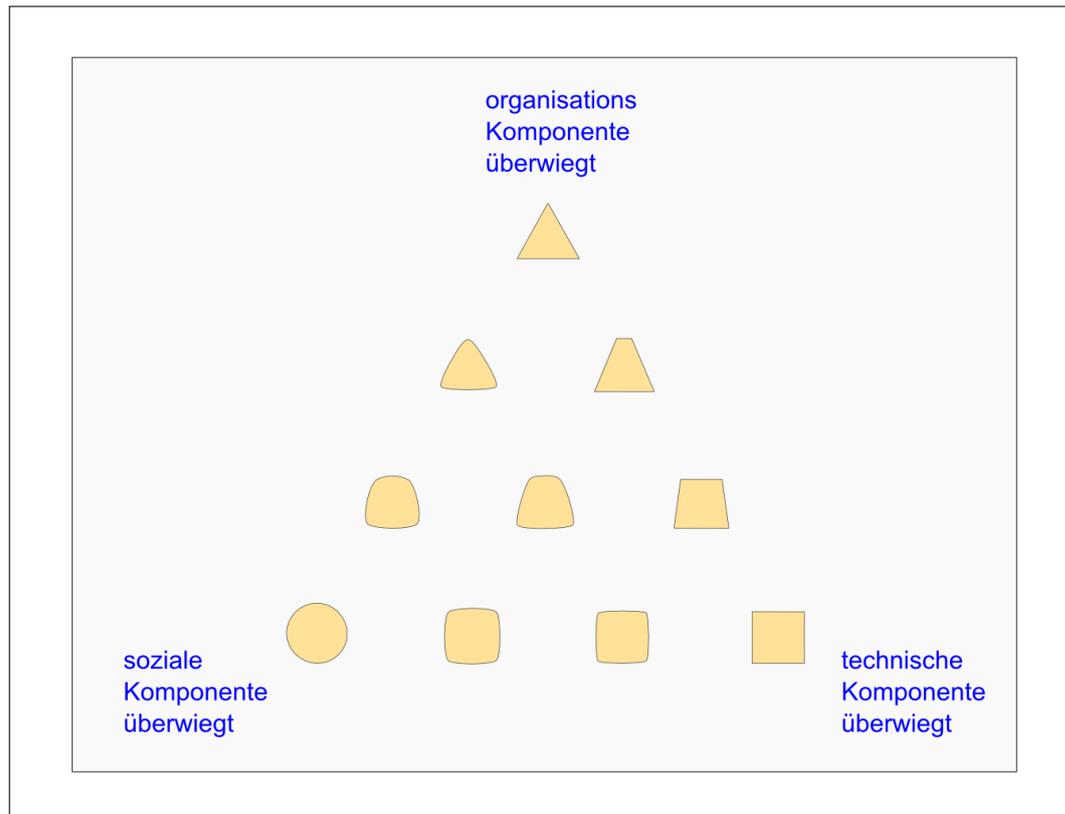
**Kreis – soziale Komponente** Mikropolis-Illustrationen wurden bisher nicht typisiert, und für sie steht auch keine definierte Notation zur Verfügung. Es können jedoch zwei Themen in Mikropolis-Illustrationen unterschieden werden. Das erste Thema stellt die Zusammenhänge eines typischen soziotechnischen Kontextes dar. In [Rolf et al., 2008, S. 109, 115] ist dies beispielsweise die „globale Netzwerkorganisation“. In diesen neueren Mikropolis-Illustrationen werden Prototypen von Akteuren (Entwickler, Konsument etc.) und kleinere prototypische Akteursgruppen (Callcenter, operative Module usw.)

---

<sup>42</sup> vgl. „Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen einzelnen Elementen“ in diesem Unterkapitel.

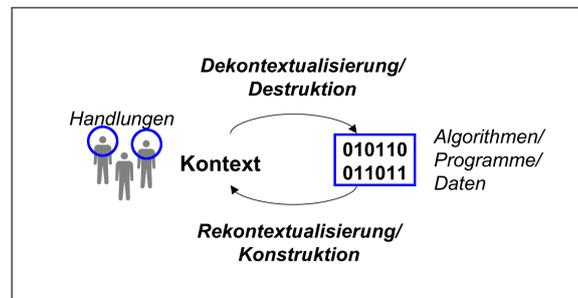
<sup>43</sup> Vgl. „Gliederung der Elemente innerhalb einer Darstellung“ in diesem Unterkapitel.

<sup>44</sup> Vgl. „Positionierung der Elemente zueinander“ in diesem Unterkapitel.



**Abbildung 4.3:** Notation für soziotechnische Systeme. Sie sind die zentralen Elemente einer soziotechnischen Karte. Die Form deutet die überwiegende Komponente innerhalb des soziotechnischen Systems an.  
Quelle: eigene Darstellung

innerhalb eines Kreises dargestellt und als Modul bezeichnet. Die kreisrunden Köpfe in den Piktogrammen der Akteure legen darüber hinaus eine Assoziation mit dem Kreis nahe (vgl. Abbildung 4.4 links und Abbildung 1.2 auf Seite 9).

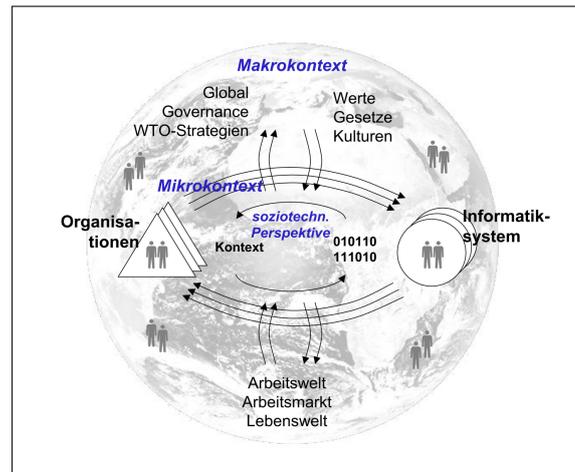


**Abbildung 4.4:** Darstellung des soziotechnischen Kerns.

Quelle: [Rolf et al., 2008, S. 26], mit Hervorhebungen (in blau) durch den Autor.

Das zweite Thema der Mikropolis-Illustrationen zeigt stark abstrahiert die Zusammenhänge zwischen einzelnen gesellschaftlichen Gruppen wie z.B. Organisationen, das Informatiksystem (IT-Forschung und -Herstellung), Gesetzgebung oder die Arbeits- und Lebenswelt. In diesen Illustrationen wird im Gegensatz zum ersten Thema auf der rechten Seite das „Informatiksystem“ durch Kreise dargestellt (siehe Abbildung 4.5). Das „Informatiksystem“ ist hier jedoch nicht als technisches System im Sinne eines Artefaktes zu sehen, es repräsentiert vielmehr die „IT-Forschung und -Herstellung“, für die nicht eindeutig bestimmt werden kann, ob die technische oder die soziale Komponente überwiegt. Auch wenn es hier eine gewisse Unschärfe der grafischen Bedeutung gibt, und man unter Berücksichtigung der Illustrationen zum letztgenannten Thema argumentieren könnte, die technische Komponente als Kreis zu visualisieren, schlage ich für soziotechnische Karten aus den oben genannten Gründen vor, die **soziale Komponente** als **Kreis** zu visualisieren. Dies ist auch konform mit der Darstellung von Akteuren in der soziotechnischen Karte von van Merkerk (siehe Abbildung 3.2 auf Seite 74).

**Viereck – technische Komponente** Technische Komponenten werden in bisherigen Mikropolis-Illustrationen selten explizit dargestellt. Lediglich das in Abbildung 2.14 auf Seite 42 in der dritten Spalte von rechts der letzten Zeile aufgeführte Symbol deutet in Mikropolis-Illustrationen die Existenz von Informationssystemen an. In der schematischen Darstellung des soziotechnischen Kerns wird jedoch die technische Komponente



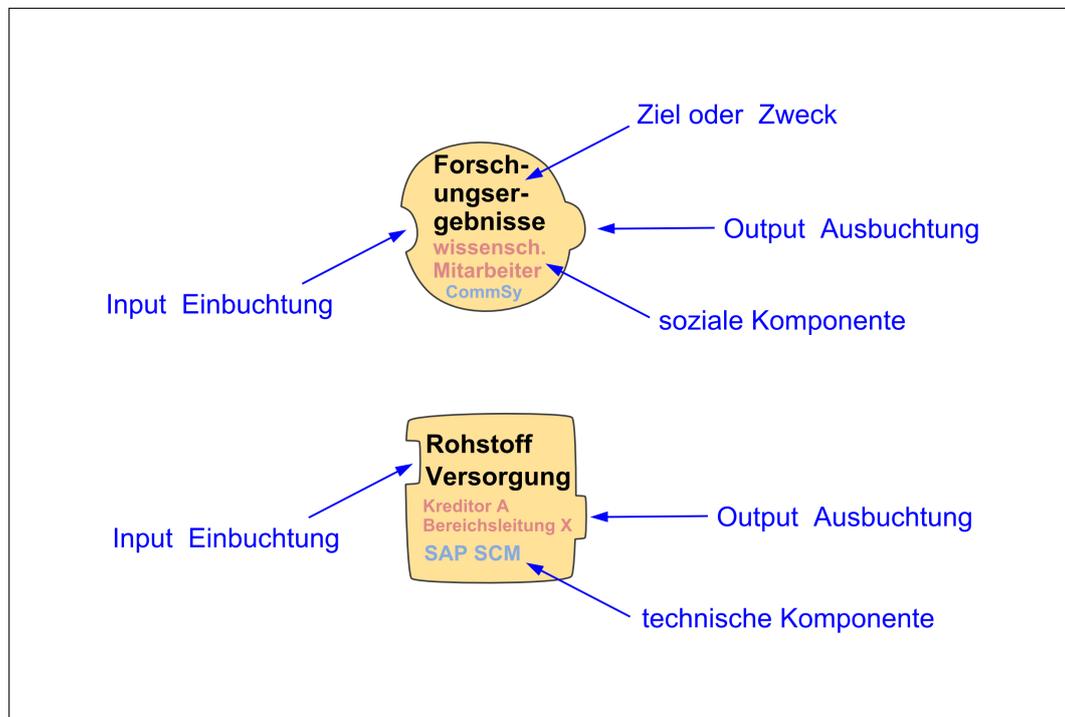
**Abbildung 4.5:** Darstellung des Makrokontexts (Thema 2).

Quelle: [Rolf et al., 2008, S. 117], mit Hervorhebungen (in blau) durch den Autor.

durch in einem Rechteck angeordnete Nullen und Einsen dargestellt (vgl. Abbildung 4.4 rechts). Diese Darstellung und die Tatsache, dass technische Artefakte und insbesondere Computer oft eckig sind, legt den Schluss nahe, soziotechnische Systeme, in denen die **technische Komponente** überwiegt, als **Viereck** darzustellen.

Abbildung 4.6 zeigt die Notation von soziotechnischen Systemen im Detail. Da im oberen soziotechnischen System die soziale Komponente überwiegt, hat das Element eine runde Form. Das Ziel bzw. der Zweck wird, ähnlich wie ein Ortsname auf einer Karte, groß und schwarz dargestellt. Dieser Text ist eindeutig und kann so zur Orientierung auf der Karte dienen. Der hellrote Text in den Elementen spezifiziert die soziale Komponente. Der hellblaue Text spezifiziert jeweils die technische Komponente. Ein und dieselbe soziale oder technische Komponente kann in mehreren soziotechnischen Systemen vermerkt sein. Ein Beispiel hierfür ist ein Akteur, der mal diese, mal jene Aufgabe übernimmt. Diese Angaben sind daher dezent formatiert. Im unteren soziotechnischen System überwiegt die technische Komponente – das Element hat eine rechteckige Form. Der jeweilige Einfluss der sozialen und technischen Komponenten wird auch durch die Schriftgröße markiert. Für das einzelne soziotechnische System, das eine Kombination aus Akteur, Artefakt und Resource verkörpert, wird dabei eine Grundannahme getroffen. So hat ein soziotechnisches System ein gewisses Potenti-

al<sup>45</sup> an z.B. Geld, Daten, Arbeitskraft, Rechenleistung, Motivation, Macht etc.. Eine ähnliche Herangehensweise wird auch bei der Systemdynamischen Modellierung (engl. *System Dynamics*) gewählt [Ossimitz, 2002]. Die Praxistauglichkeit dieses Ansatzes zeigt sich auch darin, dass zahlreiche Softwareanwendungen für die Systemdynamische Modellierung zur Verfügung stehen. Eine weitere Grundannahme ist, dass es zwar durchaus verschiedene Perspektiven auf ein soziotechnisches System gibt, sich die an der Erstellung der Karte beteiligten Personen jedoch auf die Bedeutung eines Kartenelements einigen können. Diese „Triangulation“ genannte Herangehensweise hilft, einen Kontext möglichst umfangreich zu beschreiben (vgl [Flick, 1996, S. 38-41, 250]).



**Abbildung 4.6:** Die Notation von soziotechnischen Systemen im Detail. Im oberen runden Element überwiegt die soziale Komponente, im unteren rechteckigen überwiegt die technische Komponente.  
Quelle: eigene Darstellung

<sup>45</sup>Es wird angenommen, dass Entitäten (z.B. bestimmte Akteure) gewisse Beständen haben. Analog zu einem Land, aus dem in einer bestimmten Zeit nur eine begrenzte Menge Waren exportiert werden kann, wird bspw. für einen Akteur von einem begrenzten Bestand an Wissen/Ideen/o.ä. ausgegangen.

Der Rand der einzelnen Symbole (siehe Abbildung 4.6) deutet die Systemgrenze des soziotechnischen Systems an. Die *Input*- und *Output*-Beziehungen, deren Bedeutung für die Beschreibung soziotechnischer Prozess auch schon in Unterkapitel 1.1.1 auf Seite 7 dargestellt wurde, werden durch Ein- und Ausbuchtungen im Rand der Symbole angedeutet<sup>46</sup>. Sie sind Anschlusspunkte für Beziehungen zwischen den einzelnen soziotechnischen Systemen die noch genauer im Abschnitt “Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen einzelnen Elementen“ beschrieben werden.

Für den Mikropolis-Kontext wurden von Rolf [Rolf et al., 2008, S. 49-53, 115] prototypische soziotechnische Systeme formuliert. Sie sind dadurch gekennzeichnet, dass sich die Mitglieder der Module im Rahmen von Ziel- und Erfolgsvorgaben von Seiten des beauftragenden Unternehmens selbst organisieren. In anderen Modulen übernimmt der Kunde bestimmte, klar definierte Tätigkeiten. In beiden Fällen wird Arbeit verlagert. Drei prototypische Module, die auch auf einer soziotechnischen Karte verwendet werden können, sind:

**Operative Module** Es findet eine Verlagerung von Tätigkeiten innerhalb des Inlands (Nearshoring) oder in das Ausland (Offshoring) statt. Durch die operativen Module werden laufend dedizierte Teile der Geschäftsprozesse abgewickelt.

**Typische Tätigkeiten** sind die Kundenbetreuung durch Callcenter, Aufgaben im Rechnungswesen oder Teile der Logistik.

**IT-Unterstützung** erfolgt durch Standardsoftware und Workflow-Automatisierung.



**Innovative Projektmodule** Sind gekennzeichnet durch eine situative, zeitlich begrenzte Übernahme von (speziellen) Aufgaben für innovative Lösungen. Diese innovativen Lösungen beziehen sich auf die Kernkompetenzen eines Unternehmens.

**Typische Tätigkeiten** sind Programmier-, Planungs- und Beratungsprojekte und damit einhergehende Aufgaben wie Illustration und Gestaltung. Sie werden

---

<sup>46</sup>Einbuchtungen stehen für *Input*, Ausbuchtungen für *Output*. Die Position der Ein- und Ausbuchtungen kann frei gewählt werden.

von Freelancern oder virtuellen Organisationen bearbeitet.

**IT-Unterstützung** erfolgt durch Individualsoftware (Grafik, Projektmanagement, Office usw.) und Kommunikations- und Kooperationsplattformen (E-Mail, Internet-Plattformen, Instant Messenger).



**Crowdsourcing / Open Innovation** Aufgaben werden auf die Kunden überwältigt oder von ihnen aus diversen Gründen gerne freiwillig übernommen.

**Typische Tätigkeiten** sind das Drucken von Dokumenten (Rechnungen, Belegen, Fahrkarten, Flugtickets usw.), das Durchführen von Bestellungen und Buchungen, das Testen und Bewerten von Produkten, das Erstellen und zur Verfügung Stellen von *Content*<sup>47</sup> oder sogar die Produktmitentwicklung. Diese Aufgaben werden durch den Kunden durchgeführt.

**IT-Unterstützung** erfolgt durch Webseiten, Webshops, Internetportale etc.



Für die Mikopolis-Illustrationen existieren für zwei der drei Module intuitive Piktogramme, auf denen stilisierte Akteure abgebildet sind. Für die, die soziotechnischen Systeme repräsentierenden Elemente der soziotechnischen Karte ist bisher nur die Verwendung von Text vorgesehen. Piktogramme repräsentieren auf Karten traditionell besondere Orte wie Aussichtspunkte, Einrichtungen oder Sehenswürdigkeiten. Soziotechnische Systeme sind auf Karten eher mit Arealen oder Ortschaften zu vergleichen.

---

<sup>47</sup>Bspw. Bilder, Texte, Videos, Designvorlagen, Rezepte, Tipps und Tricks.

#### 4.3.4 Gliederung der Elemente innerhalb einer Darstellung

In Karten werden Elemente oder Gegenden als zusammengehörig dargestellt, bei denen eine (bestimmte) Eigenschaft einem bestimmten Niveau entspricht (z.B. die Geländehöhe) oder die grundsätzlich andere Merkmale als andere Bereiche aufweisen (Land vs. Wasser). Analog zu der in Karten verwendeten subsumierenden Darstellung von solchen Bereichen sind auch für soziotechnische Karten Gliederungen denkbar. Eine einfache Gliederung, die jedoch viel Potential hat, bietet eine Einteilung nach:

- Nutzung des Computers als Werkzeug
- Nutzung des Computers als Medium
- Nutzung des Computers als Automat

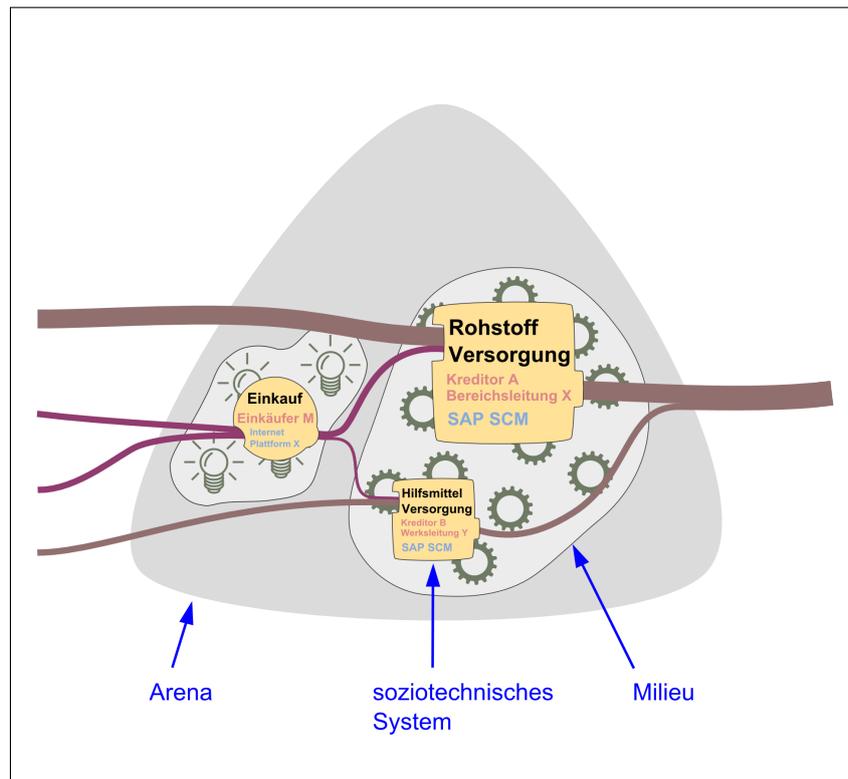
(Vgl. [Rolf, 1998, S. 53-59]). Soziotechnische Karten können um weitere Gliederungen erweitert werden.

**Arenen** Da auch Arenen einen Fokus im sozialen, im technischen oder in organisatorischen haben können, lassen sie sich gut durch eine, den soziotechnischen Systemen ähnliche Notation darstellen. Da die Grenzen einer Arena jedoch offener sind als die der soziotechnischen Systeme und da das Ziel einer Arena nicht zwangsläufig eindeutig formuliert werden kann, bietet es sich an, Arenen ohne Rand und ohne *Input*- und *Output*-Bereiche zu zeichnen und in ihnen ein oder mehrere soziotechnische Systeme zu verorten.

In Abbildung 4.7 ist ein Ausschnitt einer soziotechnischen Karte zu sehen. Im Hintergrund der Zeichnung befindet sich ein randloses Dreieck. Es stellt eine Arena mit überwiegend organisatorischem Charakter dar. Die Arena dient als Gliederung für drei soziotechnische Systeme. Bei den beiden rechten soziotechnischen Systemen überwiegt die Bedeutung der technischen Komponenten. Sie haben daher eine tendenziell rechteckige Form. Innerhalb der Arena befindet sich ein Milieu. In ihm sind die beiden soziotechnischen Systeme verortet. Das Muster des Milieus deutet den durch das Leitbild der Automation geprägten Charakter des Milieus an. Das dritte soziotechnische

### 4.3 Übertragung der Merkmale geographischer Karten auf soziotechnische Karten

System – sein Zweck ist der „Einkauf“ – ist in einem Milieu verortet, das den Charakter der Computernutzung als Medium hat. Es wird für dieses Beispiel angenommen, dass beim Einkauf viele Verhandlungen nötig sind und dass diese Verhandlungen durch Medien wie E-Mail unterstützt werden.



**Abbildung 4.7:** Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt einer soziotechnischen Karte, auf der eine Arena zur Gliederung der übrigen Elemente verwendet wird.  
Quelle: eigene Darstellung

#### 4.3.5 Der Kartengrund

Eine Karte bezieht sich immer auf einen bestimmten, klar umrissenen Raum im Sinne von Raumgrenzen, die den, für die Betrachtung relevanten Bereich eingrenzen. Bei geographischen Karten bildet die Topologie der den Raum beschreibenden Elemente, also ihre Position im Raum, den Kartengrund. Auf seiner Basis werden ggf. weitere darzustellende Sachverhalte verortet. Im Zusammenhang mit der Frage nach dem Raum ist auch die Frage zu klären, durch welche Elemente die im realen Kontext erfassten

Daten repräsentiert werden. Eine Karte stellt an sich keine Objekte dar, sondern vielmehr die den Raum beschreibenden Eigenschaften, z.B. ist der zu kartierende Raum bewachsen, bebaut, er ist eine Wasserfläche oder aufgrund seiner Trockenheit eine Wüste. Ein Raum zeichnet sich durch das hohe Einkommen seiner Einwohner, durch viele Straftaten oder etwa das Vorhandensein vieler Verkehrswege aus. Dies sind bei thematischen Karten darzustellende Kategorien. Die Positionen von Straßen, Gebäuden und Pflanzen spielen bei thematischen Karten „nur“ die Rolle von Landmarken, die eine gute Orientierung auf der Karte ermöglichen. In derartigen Analogien müssen auch die, für die Kartierung eines soziotechnischen Raumes relevanten Ausgangsdaten gesucht und verwendet werden. Den Kartengrund bilden daher bei soziotechnischen Karten die **Milieus**, also gemeinsame relevante Umwelteigenschaften der soziotechnischen Systeme. Als eine erste Beschreibung für Milieus soll die im vorherigen Absatz genannte Gliederung nach der Computernutzung (Werkzeug, Medium, Automat) verwendet werden. Sie wird somit auch zur groben Verortung der soziotechnischen Systeme verwendet.

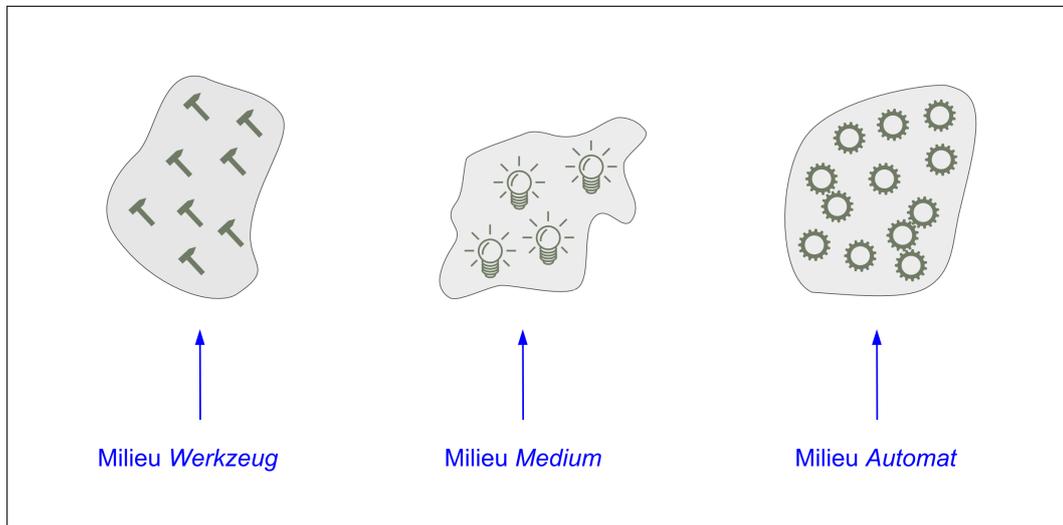
**Milieus** Da es innerhalb dieser Gliederung keine Abstufung, also kein unterschiedliches Niveau, gibt, bietet sich für eine Darstellung die Verwendung von Mustern oder Schraffuren an. Die Schraffuren der Milieus auf soziotechnischen Karten sind in Abbildung 4.8 abgebildet. Neben den drei vorgeschlagenen Milieus sind weitere oder differenziertere Milieus denkbar. So ließen sich Milieus auch durch Kategorien wie „sicher“, „kreativ“, „bürokratisch“ etc.) beschreiben. Darüber hinaus kann auch eine Gliederung von Elementen entsprechend des Niveaus einer bestimmten Eigenschaft für eine Darstellung vonnöten sein. Beispiele für solche Niveaus sind der Grad der Sicherheit (z.B. *Common Criteria Evaluation Assurance Level 1-7*<sup>48</sup>) oder der Aufwand ausgedrückt als die Summe der eingesetzten Finanzmittel, Zeit, Energie oder als Quotient aus *Input* zu *Output*. Elemente gleichen Niveaus können durch Linien ähnlich den Isolinien<sup>49</sup> zusammengefasst werden. Werden die durch die Linien eingefassten Bereiche zusätzlich durch Farbspektren hervorgehoben, so zeigt dies Bereiche an, deren Werte sich innerhalb des Abbildungszeitraums der Karte nicht wesentlich ändern.

---

<sup>48</sup>Bei den *Common Criteria* handelt es sich um einen internationalen Standard zur Beschreibung von Kriterien für die Bewertung und Zertifizierung der Sicherheit von Computersystemen im Hinblick auf ihre Datensicherheit. Es werden sieben Stufen der Vertrauenswürdigkeit (EAL1-7) unterschieden.

<sup>49</sup>Isolinien kennzeichnen z.B. Gegenden gleicher Höhe (Isohöhenlinien), gleicher Wassertiefe (Wassertiefenlinien) oder gleichen Luftdrucks (Isobaren).

Ohne eine farbliche Kodierung ist eine Analogie zu den sich potentiell rasch ändernden Isobaren augenfällig.



**Abbildung 4.8:** Milieus dienen zur Verortung der Elemente auf der soziotechnischen Karte.  
Quelle: eigene Darstellung

#### 4.3.6 Positionierung der Elemente zueinander

Für die Positionierung der Elemente auf einer (zweidimensionalen) soziotechnischen Karte gibt es fünf Varianten:

- A) Platzierung der Elemente in oder in Relation zu auf der Karte eingezeichneten Polen (extremen Gegenden analog zu Kraftfeldern); ein Beispiel hierfür ist die *sociotechnical map* nach van Merkerk [2007] (siehe Abbildung 3.2 der soziotechnischen Karte aus der *Constructive Technology Assessment* Forschung auf Seite 74).
- B) Ordinale Anordnung gemäß der Ordnungsbeziehung zwischen zwei Elementen (bspw. Ereignisketten)
- C) Skalare Anordnung gemäß eines der Karte zugrunde gelegten kartesischen Koordinatensystems (bspw. Streudiagramme)

- D) Freie Anordnung der Elemente
  
- E) Anordnung der Elemente aufgrund der zwischen ihnen bestehenden und mithilfe von Algorithmen errechneten „Nähe“ (vgl. Darstellung des visualisierten sozialen Netzwerks in Abbildung 2.11)

**Variante A - polare Anordnung:**

**Vorteile:** Viele Gegenden/Pole sind möglich.

**Nachteile:** Die Distanz zweier Elemente hat keine meßbare Bedeutung. Bereiche, die die Pole bilden, müssen inhaltlich isolierbar sein. Elemente, die sich bei zwei Polen einordnen lassen, sind nicht bzw. nicht eindeutig positionierbar. Dies trifft insbesondere bei der Verwendung von mehr als drei Polen zu.

**Variante B - ordinale Anordnung:**

**Vorteile:** Die Elemente werden in einer ihnen zugrunde liegenden Reihenfolge<sup>50</sup> angeordnet [Tversky, 2001, S. 94].

**Nachteile:** Die Distanz zweier Elemente hat keine Bedeutung.

Hat ein Element Verbindungen zu mehr als einem anderen Element, so werden die Verbindungen und Positionen leicht unübersichtlich.

**Variante C - skalare Anordnung:**

**Vorteile:** Die Distanz zweier Elemente hat eine messbare Bedeutung

**Nachteile:** Es lassen sich bei einer zweidimensionalen Darstellung nur maximal zwei Dimensionen zur Gliederung nutzen.

**Variante D - freie Anordnung:**

Nur das bedeutendste Merkmal eines Elementes wird für die Verortung berücksichtigt. Dadurch entstehen „Cluster“ von ähnlichen Elementen. Diese „Cluster“ können beispielsweise mit einer bestimmten Schraffur versehen werden. Strukturgebend sind also lediglich wichtige Tendenzen (Milieus). Ausnahmen innerhalb des Milieus, ähnlich einer Lichtung im Wald, sind nach wie vor möglich.

**Vorteile:** Das Erstellen der Karte ist einfach, da keine messbare Anordnung notwendig ist. Das den Elementen zugrundeliegende Datenmaterial muss nicht zwangsläufig quantitativ sein.

---

<sup>50</sup>Die Reihenfolgebeziehung kann sich z.B. aus logischen oder zeitlichen Beziehungen oder aufgrund einer Eigenschaft wie der Größe ergeben.

**Nachteile:** Es lassen sich nur wenig aussagekräftige Informationen aus der Karte ablesen. Aus der beliebigen Anordnung der Elemente können Fehlinterpretationen resultieren.

#### **Variante E - interindividuelle Anordnung:**

Für die einzelnen auf der Karte darzustellenden Elemente werden auf Basis mehrerer Eigenschaften Nähebeziehungen errechnet. Die Elemente werden dann entsprechend ihrer interindividuellen Distanz verortet. [Tversky, 2001, S. 95]

**Vorteile:** Die Distanz zwischen den einzelnen Elementen hat insofern eine Bedeutung, als dass durch Algorithmen Elemente mit vielen oder qualitativ bedeutenden Beziehungen nahe beieinander gezeichnet werden können. Es bilden sich also Cluster heraus, wie sie auch gut in Abbildung 2.11 auf Seite 35 zu sehen sind. Für die visuelle Anordnung von Elementen auf Basis ihrer Eigenschaften und der Beziehungen zu den übrigen Elementen gibt es zahlreiche Softwareanwendungen. In der Forschung zu sozialen Netzwerken werden u.a. die Programme NetDraw und GUESS eingesetzt. Bei der interindividuellen Anordnung besteht die Möglichkeit, das Wissen aus der Theorie zu sozialen Netzwerken auf die Struktur der soziotechnischen Karte anzuwenden. Abbildung 4.2 zeigt ein exemplarisches soziales Netzwerk. Die Struktur des Netzwerks offenbart wichtige Knoten (siehe Beschreibung des Netzwerks in Unterkapitel 4.2.5).

**Nachteile:** Die der Distanzberechnung zugrunde liegenden Daten müssen gut quantifizierbar sein, damit die Distanz eines beliebigen Elementes zu einem beliebigen anderen Sinn ergibt. Da die Verortung auf abstrakten mathematischen Verfahren basiert, hängt eine intuitive Anordnung darüber hinaus von der Parametrisierung des verwendeten Algorithmus ab.

Für soziotechnische Karten empfiehlt sich die Positionierung nach Variante E. Sie hat das größte Potential und es besteht am ehesten die Chance, dass die auf Basis der Eigenschaften des soziotechnischen Systems durch Algorithmen errechnete Distanz zwischen den Elementen sich ähnlich interpretieren lässt wie die Distanz auf topographischen Karten. Hierzu bedarf es allerdings eines Verfahrens zur Abbildung mehrdimensionaler Datensätze im zweidimensionalen Raum. In der Literatur finden sich verschiedene Ansätze (siehe z.B. [Heer und Boyd, 2005, S. 3], [Läge, 1993, S. 18], [Yang et al., 2007, S. 499-503], [Mörchen et al., 2005], [Ultsch und Mörchen, 2005]).

### 4.3.7 Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen einzelnen Elementen

Es bietet sich an, zwei Arten von Verbindungen analytisch zu unterscheiden: Wechselwirkungen und Ströme.

**Wechselwirkungen** haben den Charakter von markanten und nicht zwangsläufig prototypischen Aktionen und Reaktionen. Denkbar ist die Darstellung von Bekanntschafts-, Kollaborations- oder technisch bedingten Beziehungen.

„Wechselwirkungen dagegen versuchen die Veränderungsdynamik zu berücksichtigen, in der Gewissheit, dass Wirkungen immer auch Rückkopplungen haben. Über Wechselwirkungen lassen sich dynamische Prozesse beschreiben, die Träger von Veränderungen sind.“ [Rolf et al., 2008, S. 22]

Wechselwirkungen stehen also für Aktion und Reaktion zwischen zwei Entitäten in der Visualisierung, deren Ergebnis nicht immer benannt werden kann. Eine Aktion könnte dabei z.B. die Vorstellung einer Idee sein, auf die von der Gegenseite eine Reaktion folgt und aus der weitere Aktionen resultieren können.

**Ströme** hingegen haben den Charakter von kontinuierlichen, prototypischen Austauschbeziehungen zwischen den soziotechnischen Systemen. Denkbar ist das Aufzeigen von Daten-, Waren- und Finanzströmen<sup>51</sup>.

Die Distanz der Elemente auf der soziotechnischen Karte ist nicht direkt so aussagekräftig wie bei topographischen Karten. Da jedoch angenommen wird, dass den einzelnen Kartenelementen Eigenschaften zugrunde liegen, auf deren Basis mit Hilfe von Algorithmen Nähebeziehungen berechnet werden, um sie auf der Karte zu positionieren, ließe sich zumindest die Verbindung zwischen den Elementen entsprechend lang zeichnen. Allerdings kommt hier eine umgekehrte Logik zum Tragen. Elemente, zwischen denen z.B. wegen häufiger Wechselwirkungen eine enge Beziehung besteht, werden nah beieinander gezeichnet. Zwischen ihnen müsste also ein kurzer Weg liegen. Alternativ kann auch die Stärke der Verbindungslinie variiert werden, ähnlich wie es auch bei den sogenannten „Sankey-Diagrammen“ üblich ist. Hier kann es aber zu

---

<sup>51</sup>Zur Darstellung von Strömen in der Literatur siehe [Henschel, 2003, S. 44].

missverständlichen Interpretationen kommen, da die Bedeutung dicker Linien zwischen Elementen, die weit entfernt liegen, unter Umständen durch den Leser überbewertet werden könnte. Die in Abbildung 4.7 angedeuteten Verbindungen sind vom Bezugssystemtyp „Strom“. Die Maßeinheit, auf die sich die Länge oder Stärke einer Linie oder eines Pfeils bezieht, kann wie folgt gewählt werden:

**Bei Wechselwirkungen:** Die Intensität von Wechselwirkungen, ausgedrückt bspw. durch die Anzahl der Interaktionen zwischen Akteuren und/oder Artefakten (Kommunikation, Benutzereingaben, Feedback usw.).

**Bei Prozessen:** Die Geschwindigkeit der Bearbeitung von Daten, der Grad der Wertschöpfung, die Quantität oder Qualität der Information oder des Wissens, das entlang von Prozessschritten aus Daten entsteht.

**Bei technischen Verbindungen:** Bspw. die Kapazität von Datenleitungen, Software-schnittstellen etc..

**Bei Strömen:** Die Quantität bzw. Volumen von Finanz-, Waren-, Energieströmen und dergleichen.

## 4.4 Abschließende Bemerkungen

Im vorherigen Unterkapitel wurde der der Aufbau der soziotechnischen Karte beschrieben und die Notation vorgestellt. Die vollständige Legende zeigt Abbildung 4.9. In Abbildung 4.10 sind die vorgestellten Elemente in einer fiktiven soziotechnischen Karte zusammengefasst dargestellt. Sie zeigt keine besonderen Strukturen und dient lediglich als einfaches Beispiel. Die Erstellung einer realen soziotechnischen Karte würde der realen Kartierung eines soziotechnischen Kontextes bedürfen. Daten müssten erhoben, aggregiert und aufbereitet und der Karte zugrunde gelegt werden. Die Stadtethnologin Kathrin Wildner und der Architekt und Urbanist Sergio Tamayo schreiben sehr passend über den Einsatz von Karten in den Kultur- und Sozialwissenschaften:

„Dabei ist zu bedenken, dass jede Art von Kartierung auf der Selektion und Abstraktion spezifischer Attribute beruht. Kartieren bedeutet, Maß-

stäbe anzulegen, Raster zu ziehen, Kategorien zu bilden. Kartieren ist aber auch eine Praxis der Übersetzung und Interpretation des jeweiligen Datenmaterials. Für den Einsatz von Karten in den Kultur- und Sozialwissenschaften sind daher Kombinationen von quantitativen und qualitativen Analysemethoden, vor allem aber die kritische Reflexion der Position des Analysierenden eine wesentliche Voraussetzung. Und das bedeutet schließlich auch, dass Karten, die in dem im folgenden entworfenen Sinn zu einer Lesbarkeit komplexer Räume beitragen sollen, sich erst dann erstellen lassen, wenn narrative Elemente einbezogen werden, wenn man sich ins Gelände gewagt und die Orte selber ergangen hat.“ [Wildner und Tamayo, 2004, S. 104-105]

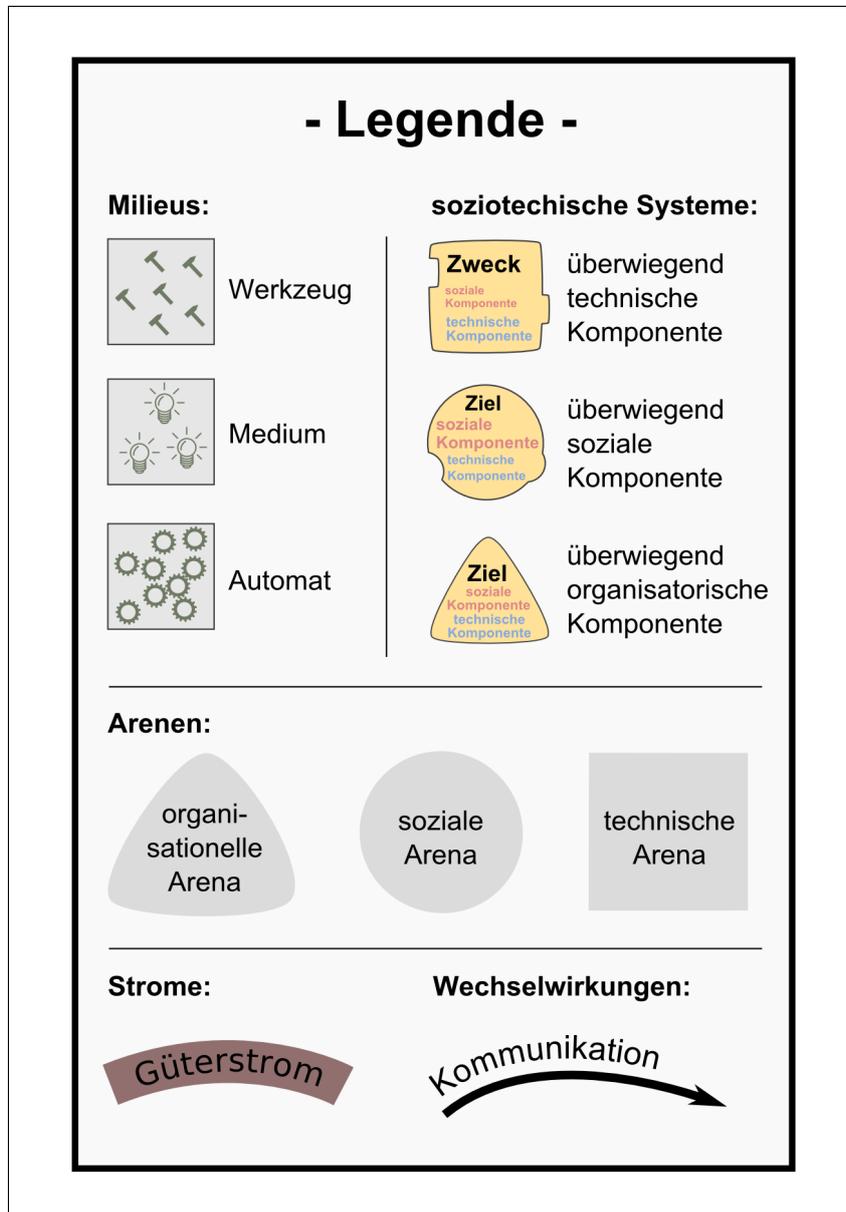


Abbildung 4.9: Die Legende einer soziotechnischen Karte.  
Quelle: eigene Darstellung

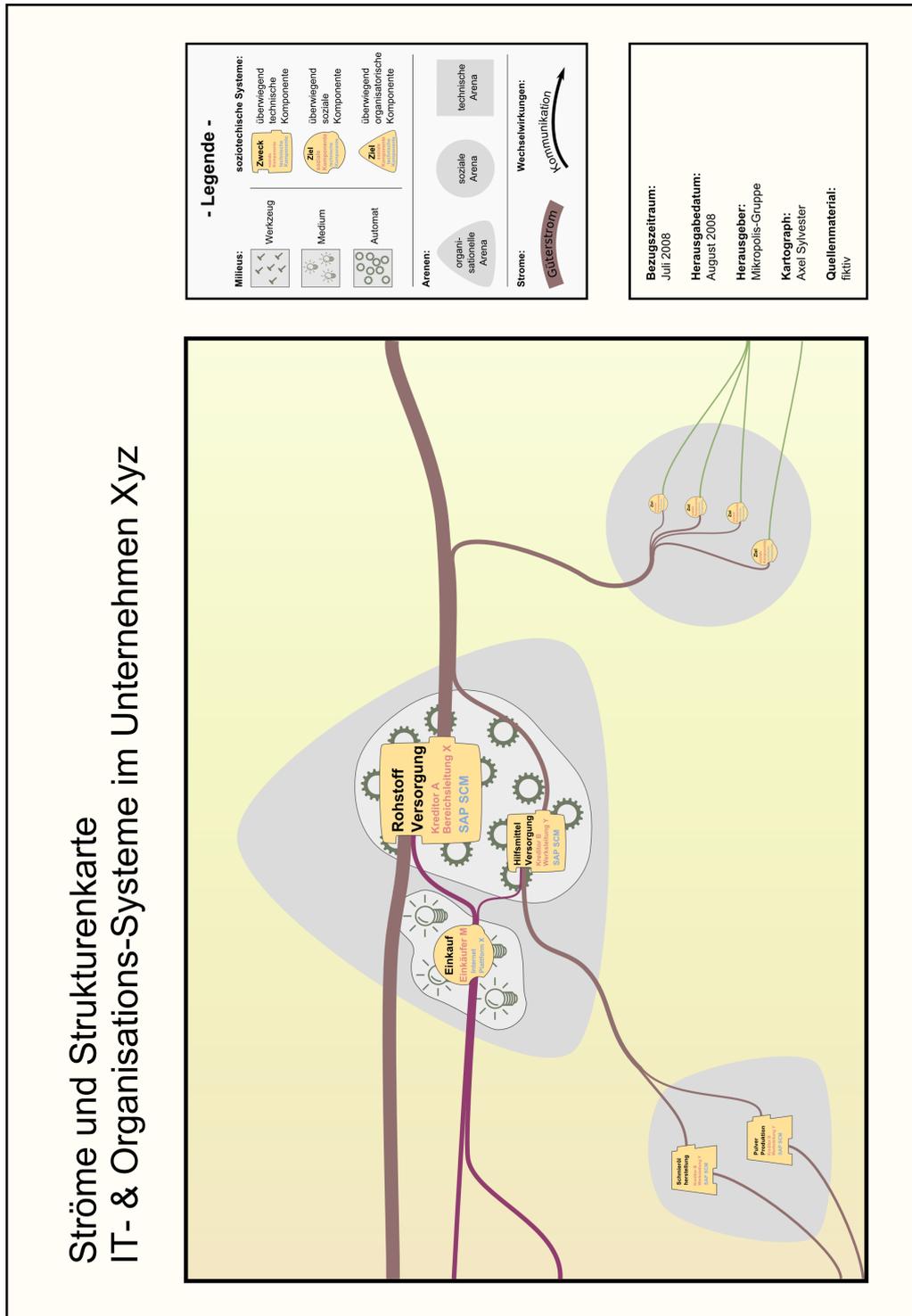


Abbildung 4.10: Fiktive soziotechnische Karte.  
Quelle: eigene Darstellung

# 5 Zusammenfassung und Ausblick

## 5.1 Ergebnisse der Arbeit

Werden Prozesse aus einer soziotechnischen Perspektive betrachtet, greift eine rein fachliche Sichtweise zu kurz. Zahlreiche Aspekte aus unterschiedlichen Disziplinen müssen berücksichtigt und verstanden werden. Die Darstellung von Zusammenhängen, Wechselwirkungen und alternativen Blickwinkeln trägt zum Verständnis soziotechnischer Prozesse bei. Die bislang vornehmlich in der Didaktik eingesetzten Illustrationen der Mikropolis-Sichtweise haben genau dieses Thema. Auf ihnen werden ausgewählte Zusammenhänge prägnant dargestellt und zusammen mit dem Begleittext erklärt. Die Mikropolis-Illustrationen lassen sich allerdings bislang nur bedingt nach Themen klassifizieren und haben keine feste Notation. Mikropolis-Illustrationen werden daher nur selten außerhalb der Didaktik verwendet, obwohl gerade auch die Forschung, Unternehmen und nicht zuletzt die Gesellschaft ein Interesse an einer Darstellung soziotechnischer Zusammenhänge hat. Im Rahmen dieser Arbeit wurde daher ermittelt, wie soziotechnische Prozesse visualisiert werden können. Hierzu wurden die Facetten des Themas Visualisierung beleuchtet. Mögliche Visualisierungsstile wurden identifiziert und Visualisierungstechniken aus unterschiedlichen fachlichen Kontexten vorgestellt. Neben der Vorstellung interessanter Varianten wurden so auch Dimensionen der Visualisierung „aufgespannt“, auf deren Basis die Visualisierungstechniken auf ihren Bezug zur Mikropolis-Sichtweise hin analysiert werden konnten. Als erste Ergebnisse wurden systematisch der Zweck der einzelnen Visualisierungstechniken und die nötigen Rahmenbedingungen für ihre Anwendung herausgearbeitet.

Aufgrund der geplanten generischen Anwendbarkeit der Visualisierung auf unterschiedliche soziotechnische Kontexte war es erforderlich, ein visuelles Rahmenwerk für die Erstellung von Grafiken für die Mikropolis-Sichtweise zu entwickeln. Es gibt den Rah-

men dafür vor, was mit seiner Hilfe dargestellt werden kann und was nicht, und erlaubt eine Klassifikation für die Visualisierungen im Rahmen der Mikropolis-Sichtweise. Solch ein Rahmenwerk beantwortet die Frage, welche Art der Visualisierung für eine bestimmte Aufgabe angemessen ist. Bei der Entwicklung des Rahmenwerks zeigte es sich, dass bestimmte Visualisierungsaufgaben der soziotechnischen Sichtweise bisher weder durch etablierte Visualisierungstechniken noch durch Mikropolis-Illustrationen abgedeckt werden. Es galt zudem, ein Vorgehensmodell für die generische Erstellung von Visualisierungen zu finden, das leicht anwendbar ist, sich zur Beschreibung unterschiedlicher Kontexte eignet und dessen Visualisierungen ohne allzu viel Vorwissen verstanden werden können. Dieses Vorgehensmodell sollte eine Legende für die Symbole und Notationen sowie eine Beschreibung für die allgemeine Komposition der Grafiken umfassen. Als Ausgangsbasis für die Konzeption des Vorgehensmodells wurde die Kartographie gewählt. Sie ist eine eine formale, zugleich flexible und sehr etablierte Form der Visualisierung. Ihre Techniken und Methoden lassen sich jedoch nicht ohne weiteres auf den soziotechnischen Kontext und insbesondere zur Beschreibung von Prozessen der digitalen Welt übertragen. Als Anhaltspunkt wurde eine historische Perspektive auf die Entwicklung und Nutzung von geographischen und thematischen Karten bis hin zur jüngsten Anwendung der Metapher „Karte“ in technischen, sozialen und soziotechnischen Kontexten eingenommen. Die grundsätzliche Übertragbarkeit kartographischer Methoden auf den soziotechnischen Kontext wurde begründet und Vorteile dieses Vorgehens genannt. Das Ergebnis dieses Teils der Arbeit ist die ausformulierte Metapher der „soziotechnischen Karte“. Die anschließende Konzeption der soziotechnischen Karte fand unter ständigem Rückbezug auf die Ausgangsfrage und den aktuellen Forschungsstand in der Informatik und Information Systems Forschung (IS-Forschung) statt und wurde im Rahmen mehrerer Vorträge und Diskussionen durch die Mikropolis-Forschungsgruppe reflektiert. Das unmittelbare Ergebnis der Arbeit ist die Konzeption der soziotechnischen Karte zur Darstellung soziotechnischer Prozesse. Das Konzept nennt eine konkrete Vorgehensweise für die Kartierung eines soziotechnischen Kontextes. Neben Vorschlägen für die Spezifizierung des zu kartierenden Raumes nennt das Konzept mögliche Datenbasen und identifiziert Kartentypen und Kartenthemen. Im Rahmen der Konzeption wurde die theoretische Basis der soziotechnischen Karte entworfen. Kartographische Methoden wurden für die Nutzung bei soziotechnischen Karten adaptiert und ein konkreter Aufbau sowie die Notation der soziotechnischen Karte entwickelt.

**Relevanz: Für soziotechnische Prozesse lässt sich die Wirkmächtigkeit der IT-Nutzung analysieren.** Diese Arbeit hat die visuellen Darstellungsmöglichkeiten der Mikropolis-Sichtweise weiterentwickelt und so dazu beigetragen, Erkenntnisse für transdisziplinär zu untersuchende Phänomene erarbeiten zu können. Mithilfe der soziotechnischen Karte ist es möglich, transitive Wechselwirkungen sichtbar zu machen sowie für Problemstellungen relevante Kombinationen von Akteuren, Artefakten und Ressourcen von nicht relevanten Kombinationen zu unterscheiden. Der Arbeit liegt somit die These zugrunde, dass mit der Herausarbeitung des visuellen Rahmenwerkes ein Werkzeug zur Verfügung steht, mit dem für zu untersuchende Sachverhalte schnell geklärt werden kann, ob die Nutzung von IT (alleine oder in Kombination mit anderen wichtigen Elementen wie Finanzmittel oder Macht) Einfluss auf den gesellschaftlichen bzw. organisatorischen Wandel hat. In der Konsequenz kann somit für einen Sachverhalt geklärt werden, in welchem Maße die Informatik zur Erklärung oder Lösung einer Frage beitragen kann und in welchen Fällen sie ohne nennenswerten Einfluss ist. Für Probleme, in denen IT-Nutzung einen hohen Stellenwert hat, lassen sich anschließend vertiefende Überlegungen mit Hilfe der Mikropolis-Sichtweise anstellen. Für Teilbereiche der durch Wechselwirkungen in Bezug gesetzten Elemente lassen sich Fragestellungen formulieren und Lösungsoptionen beispielsweise durch Simulation mithilfe der Systemdynamischen Optimierung, Erkenntnissen aus der Schwarmintelligenz oder aus analytischen Methoden (Konstellationsanalyse, Szenariotechnik, etc.) herausarbeiten. Die modellierten Szenarien können so zum Beispiel auf ihre Entwicklung im Falle von Trendbruchereignissen oder in Bezug auf Alternativen hin untersucht werden. Dies kann sinnvollerweise durch ein interaktives Computersystem bereichert werden. Die soziotechnische Karte birgt dadurch nicht zuletzt ein hohes Potential zur Identifikation von Prozessmustern.

Mit der Konzeption der soziotechnischen Karte wurde ein weiterer Grundstein für die systematische Weiterentwicklung der Visualisierung soziotechnischer Prozesse insbesondere im Rahmen der Mikropolis-Sichtweise gelegt. Die Vielfalt des Begriffs „Visualisierung“ wurde ein Stück weit systematisiert. Für die Kartierung eines soziotechnischen Kontexts in der Praxis wurden Ausgangspunkte identifiziert und Ansätze für die Durchführung genannt.

## 5.2 Ausblick auf die Weiterentwicklung der soziotechnischen Karte

Grundlage der Positionierung der Elemente einer soziotechnischen Karte sind die Eigenschaften der einzelnen soziotechnischen Systeme. Hierfür muss das konkrete Vorgehen für die Beschreibung von soziotechnischen Systemen näher spezifiziert werden. Ausgangspunkte sind hierfür u.a. die Forschung zu sozialen Netzwerken und die Systemdynamische Modellierung. Auf Basis dieser Erkenntnisse ließe sich eine praxistaugliche (semi-)dynamische Generierung einer soziotechnischen Karte mittels einer Software realisieren. Viel Potential liegt darüber hinaus in einer differenzierteren Beschreibung von Wechselwirkungen und Strömen auf einer soziotechnischen Karte. Ausgangspunkte für weitere Forschung liefern hierfür neben der Mikropolis-Sichtweise die Stoffstromnetze. Weitere mögliche Entwicklungen betreffen die Verbesserung der Notation und der Farbwahl auf Basis gestalterischer, psychologischer und wahrnehmungstheoretischer Erkenntnisse sowie eine sich anschließende empirische Überprüfung der Verständlichkeit der Notation.

Wie bei anderen Karten wird sich letztendlich die weitere Entwicklung und Verwendung der soziotechnischen Karte aus der Frage ergeben, ob man Leser oder Ersteller einer Karte ist, denn der Wert einer Karte liegt nicht nur in ihrer Existenz, sondern oftmals auch in ihrer Erstellung. Ein Resultat dieser Arbeit ist die systematische Vorarbeit zur Kartierung soziotechnischer Räume. Auf sie kann in Projekten, in denen eine Kartierung soziotechnischer Räume hilfreich ist, in Zukunft direkt aufgebaut werden.

# Literaturverzeichnis

- [van der Aalst und ter Hofstede 2003] AALST, W.M.P. van der ; HOFSTEDÉ, A.H.M. ter: YAWL: Yet Another Workflow Language / Queensland University of Technology, Brisbane. 2003. – Forschungsbericht.
- [Agrawal et al. 2007a] AGRAWAL, Ashish ; AMEND, Mike ; DAS, Manoj ; FORD, Mark ; KELLER, Chris ; KLOPPMANN, Matthias ; KÖNIG, Dieter ; LEYMAN, Frank ; MÜLLER, Ralf ; PFAU, Gerhard ; PLÖSSER, Karsten ; RANGASWAMY, Ravi ; RICKAYZEN, Alan ; ROWLEY, Michael ; SCHMIDT, Patrick ; TRICKOVIC, Ivana ; YIU, Alex ; ZELLER, Matthias: WS-BPEL Extension for People (BPEL4People). June 2007. – Forschungsbericht.
- [Agrawal et al. 2007b] AGRAWAL, Ashish ; AMEND, Mike ; DAS, Manoj ; FORD, Mark ; KELLER, Chris ; KLOPPMANN, Matthias ; KÖNIG, Dieter ; LEYMAN, Frank ; MÜLLER, Ralf ; PFAU, Gerhard ; PLÖSSER, Karsten ; RANGASWAMY, Ravi ; RICKAYZEN, Alan ; ROWLEY, Michael ; SCHMIDT, Patrick ; TRICKOVIC, Ivana ; YIU, Alex ; ZELLER, Matthias: Web Services Human Task (WS-HumanTask). June 2007. – Forschungsbericht.
- [Porto de Albuquerque und Christ 2007] ALBUQUERQUE, João Porto de ; CHRIST, Marcel: Formal models, flexible processes? Lessons from a socio-technical analysis of business process modelling. In: *Scientia Interdisciplinary Studies in Computer Science* 18 (2007), Nr. 1, S. 15–23
- [Porto de Albuquerque et al. 2007] ALBUQUERQUE, João Porto de ; SIMON, Edouard J. ; ROLF, Arno: Ein transdisziplinärer Rahmen für die GeNeMe. In: MEISSNER, Martin (Hrsg.): *GeNeMe 2007*, Eul-Verlag, 2007, S.

- [Alter 2002a] ALTER, Steven: The Collaboration Triangle. In: *CIO Insight* (2002), S. 21–26
- [Alter 2002b] ALTER, Steven: The Work System Method for Understanding Information Systems and Information Systems Research. In: *Communications of the Association for Information Systems (AIS)* 9 (2002), S. 90–104
- [Alter 2003] ALTER, Steven: 18 Reasons Why IT-Reliant Work Systems Should Replace "The IT Artifact" as the Core Subject Matter of the IS Field. In: *Communications of the Association for Information Systems* 2 (2003), S. 365–394
- [Barkowsky 2002] BARKOWSKY, Thomas: *Mental Representation and Processing of Geographic Knowledge: A Computational Approach*. 1. Springer, Berlin, März 2002. – 184 S. – ISBN 3540002162
- [Becker und Kahn 2005] BECKER, Jörg ; KAHN, Dieter: Der Prozess im Fokus. In: BECKER, Jörg (Hrsg.) ; KUGELER, Martin (Hrsg.) ; ROSEMANN, Michael (Hrsg.): *Prozessmanagement*. Springer Berlin Heidelberg New York, 2005, S. 3–16
- [Becker 2008] BECKER, Torsten: *Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren*. 2. Springer Berlin Heidelberg, 2008
- [Behringer 2006] BEHRINGER, Wolfgang: Mit der Karte auf Grand Tour. Infrastrukturbildung und Mental Mapping in der Frühen Neuzeit. In: SCHNEIDER, Christof Dipper; U. (Hrsg.): *Kartenwelten. Raum und seine Repräsentation in der Neuzeit*. Darmstadt : Primus, 2006, Kap. Karten als Orientierungshilfe, S. 77–93
- [Best et al. 2004] BEST, Bastian ; BROY, Julian ; HANSELMANN, Gerrit ; SEKATZEK, Peggy: *Werkzeuge der Geschäftsprozessmodellierung zur Darstellung von Anwendungslandschaften / Technische Universität München, Fakultät für Informatik*. 2004. – Forschungsbericht.
- [Bitterling 2006] BITTERLING, David: Der absolute Staat und seine Karten. Eine kritische Geschichte der Genauigkeit am Beispiel Frankreichs. In: SCHNEIDER, Christof Dipper; U. (Hrsg.): *Kartenwelten. Raum und seine Repräsentation in der Neuzeit*. Darmstadt : Primus, 2006, Kap. Karten als Orientierungshilfe, S. 94–109

- [Booch et al. 2007] BOOCH, Grady ; RUMBAUGH, James ; JACOBSON, Ivar: *Das UML Benutzerhandbuch*. Addison-Wesley, München, 2007. – ISBN 3827325706
- [Bostrom und Heinen 1976] BOSTROM, Robert P. ; HEINEN, J. S.: Mis problems and failures: a socio-technical perspective / Reports / MINNESOTA UNIV ; MISRC-WP-76-07. 1976. – Forschungsbericht.
- [Cherns 1976] CHERNS, Albert: The principles of sociotechnical design. In: *Human Relations* Bd. 29. 1976, S. 783–792
- [Cosgrove 2004] COSGROVE, Denis: Karto-City. Kartographie und Stadtraum. In: LANDSCHAFTSKUNST, Nina Möntmann; Yilmaz Dziewior; G. für (Hrsg.): *Mapping a City*. Kunstverein in Hamburg, Hatje Cantz, 2004, Kap. Mapping, S. 32–57
- [Deysson 2001] DEYSSON, Christian: Neues Raumgefühl. In: *Wirtschaftswoche* 52 (20.12.2001) (2001)
- [DGfG 2002] DGfG, (Deutschen Gesellschaft für G.: Grundsätze und Empfehlungen für die Lehrplanarbeit im Schulfach Geographie / Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG). 2002. – Forschungsbericht
- [Döhring et al. 2000] DÖHRING, Carsten ; MOLDT, Daniel ; WETZEL, Ingrid: Strukturbedingte Kooperationsformen in Geschäftsprozessen. In: *Tagungsband MobIS 2000, (Fachtagung der GI-Fachgruppe Informationssystem- Architekturen: Modellierung betrieblicher Informationssysteme)*, Siegen, 2000., 2000, S. 1–20
- [Diehl 2007] DIEHL, Stephan: *Software Visualization*. Berlin [u.a.] : Springer, 2007
- [van Dijk 2004] DIJK, Hylke W. van: *Democratic Processing. Mastering the complexity of communicating systems*, Delft University of Technology, Dissertation, 2004
- [Drösser 2008] DRÖSSER, Christoph: Schöne Formeln. In: *Die Zeit* 5 (2008), S. 31–32
- [van den Ende et al. 1998] ENDE, Jan van den ; MULDER, Karel ; KNOT, Marjolijn ; MOORS, Ellen ; VERGRAGT, Philip: Traditional and Modern Technology Assessment: Toward a Toolkit. In: *Technological Forecasting and Social Change* 58 (1998), S. 5–21

- [Ernst et al. 2006] ERNST, Alexander M. ; LANKES, Josef ; SCHWEDA, Christian M. ; WITTENBURG, André: Using Model Transformation for Generating Visualizations from Repository Contents. An Application to Software Cartography / Software Engineering for Business Information Systems (sebis), Ernst Denert-Stiftungslehrstuhl, Chair for Informatics 19, Technische Universität München. 2006. – Forschungsbericht.
- [Flick 1996] FLICK, Uwe: *Qualitative Forschung*. 2. Rowohlt Taschenbuch Verlag, 1996
- [Freska und Habel 1990] FRESKA, Christian ; HABEL, Christopher: Warum interessiert sich die Kognitionsforschung für die Darstellung räumlichen Wissens? In: FRESKA, Christian (Hrsg.) ; HABEL, Christopher (Hrsg.): *Repräsentation und Verarbeitung räumlichen Wissens*. Springer, Berlin, 1990, S. 1–15. – ISBN 3540527583
- [Geschka 2006] GESCHKA, Horst: Szenariotechnik als Instrument der Frühaufklärung. In: *Management von Innovation und Risiko : Quantensprünge in der Entwicklung erfolgreich managen*. Berlin [u.a.] : Springer, 2006, S.
- [Hartl 1990] HARTL, Anton: Kognitive Karten und kognitives Kartieren. In: FRESKA, Christian (Hrsg.) ; HABEL, Christopher (Hrsg.): *Repräsentation und Verarbeitung räumlichen Wissens*. Springer, Berlin, 1990, S. 34–46. – ISBN 3540527583
- [Heer und Boyd 2005] HEER, Jeffrey ; BOYD, Danah: Vizster: Visualizing Online Social Networks / University of California, Berkeley. 2005. – Forschungsbericht.
- [Henschel 2003] HENSCHEL, Gerhard: *Die wirrsten Grafiken der Welt*. Hamburg : Hoffmann und Campe, 2003
- [Herbst 1974] HERBST, P. G.: *Socio-Technical Design: Strategies in Multidisciplinary Research*. London : Tavistock Publications Limited, 1974. – ISBN 0422739804
- [Heuer 2006] HEUER, Steffan: Bilderbuchhaltung. In: *brand eins* (2006), Januar, Nr. 1, S. 122–127

- [Kline 1996] KLINE, Stephen J.: The Powers and Limitations of Reductionism and Synoptism. In: *Bulletin of Science Technology Society* 16 (1996), Nr. 3, S. 129–142
- [Küng und Hagen 2007] KÜNG, Peter ; HAGEN, Claus: The fruits of Business Process Management: an experience report from a Swiss bank. In: *Business Process Management Journal* 13 (2007), Nr. 4, S. 477–487
- [Koning und van Vliet 2006] KONING, Henk ; VLIET, Hans van: Real-life IT architecture design reports and their relation to IEEE Std 1471 stakeholders and concerns. In: *Automated Software Engineering* 13 (2006), April, Nr. 2, S. 201–223
- [Krabbel et al. 1996a] KRABBEL, Anita ; WETZEL, Ingrid ; RATUSKI, Sabine: Objektorientierte Analysetechniken für übergreifende Aufgaben. In: *Softwaretechnik '96, Beiträge der GI-Fachtagung, 12.-13. September 1996, Koblenz*, 1996, S. 65 – 72
- [Krabbel et al. 1996b] KRABBEL, Anita ; WETZEL, Ingrid ; RATUSKI, Sabine: Participation of Heterogeneous User Groups: Providing an Integrated Hospital Information System. In: BLOMBERG, J. (Hrsg.) ; KENSING, F. (Hrsg.) ; DYKSTRA-ERICKSON, E. (Hrsg.): *PDC'96 Proceedings of the Participatory Design Conference, Cambridge, Massachusetts*, November 1996, S. 241–249
- [Krause et al. 2006] KRAUSE, Detlev ; ROLF, Arno ; CHRIST, Marcel ; SIMON, Edouard: Wissen, wie alles zusammenhängt - Das Mikropolis-Modell als Orientierungswerkzeug für die Gestaltung von Informationstechnik in Organisationen und Gesellschaft. In: *Informatik Spektrum* 4 (2006), S. 263–273
- [Krebs 2000] KREBS, Valdis: The Social Life of Routers. Applying Knowledge of Human Networks to the Design of Computer Networks. In: *The Internet Protocol Journal* 3 (2000), Nr. 4, S. 14–25
- [Läge 1993] LÄGE, Damian: *Zur Dimensionalität der subjektiven Struktur politischer Landschaften*, Ludwig-Maximilians-Universität zu München, Dissertation, 1993
- [Liben 2001] LIBEN, Lynn S.: Thinking through Maps. In: GATTIS, Merideth (Hrsg.): *Spatial schemas and abstract thought*. Massachusetts Institute of Technology, 2001, Kap. 3, S. 45–77

- [Lippard 2004] LIPPARD, Lucy R.: Alles auf einen Blick. In: LANDSCHAFTSKUNST, Nina Möntmann; Yilmaz Dziewior; G. für (Hrsg.): *Mapping a City*. Kunstverein in Hamburg, Hatje Cantz, 2004, Kap. Mapping, S. 32–57
- [Maier et al. 2001] MAIER, Mark W. ; EMERY, David ; HILLIARD, Rich: Software Architecture: Introducing IEEE Standard 1471. In: *Computer* 34 (2001), April, Nr. 4, S. 107–109
- [Matthes et al. 2005] MATTHES, Florian ; LANKES, Josef ; WITTENBURG, André: Softwarekartographie: Systematische Darstellung von Anwendungslandschaften. In: *Wirtschaftsinformatik 2005, Bamberg* (2005)
- [van Merkerk 2007] MERKERK, Rutger van ; BORCHERT, Drs. J. (Hrsg.): *Intervening in emerging nanotechnologies A CTA of Lab-on-a-chip technology*. Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap Copernicus Institute for Sustainable Development and Innovation, Utrecht, 2007
- [Miller und Rice 1967] MILLER, Eric J. ; RICE, Albert K.: *Systems of Organization*. London : Tavistock Publications Limited, 1967
- [Moody und White 2003] MOODY, James ; WHITE, Douglas R.: Structural Cohesion and Embeddedness: A Hierarchical Concept of Social Groups. In: *American Sociological Review* 68 (2003), February, S. 103–127
- [Mörchen et al. 2005] MÖRCHEN, Fabian ; ULTSCH, Alfred ; THIES, Michale ; LÖHKEN, Ingo ; NÖCKER, Mario ; STAMM, Christian ; EFTHYMIU, Niko ; KÜMMERER, Martin: MusicMiner: Visualizing perceptual distances of music as topographical maps / Technical Report Dept. of Mathematics and Computer Science, University of Marburg, Germany. URL <http://www.mathematik.uni-marburg.de/~databionics/downloads/papers/moerchen05musicminer.pdf>, 2005. – Technical Report.
- [Muehrcke 1978] MUEHRCKE, Phillip C.: *Map use : reading, analysis, and interpretation*. JP Publications, Limited, 1978
- [Object Management Group 2008] OBJECT MANAGEMENT GROUP, Inc. (: Business Process Modeling Notation, V1.1 / Object Management Group, Inc. (OMG). URL

<http://www.omg.org/docs/formal/08-01-17.pdf>, 01 2008. – Forschungsbericht.

[Oppelland 1982] OPPELLAND, Hans J.: *Sozio-technische Ansätze für die Gestaltung von Informationssystemen*, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät der Universität zu Köln, Dissertation, 1982

[Orlikowski und Robey 1991] ORLIKOWSKI, Wanda J. ; ROBEY, Daniel: Information technology and the structuring of organizations / Center for Information Systems Research, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology. URL <http://hdl.handle.net/1721.1/2351>, 1991 (CISR WP ; no. 220 Working paper (Sloan School of Management) ; 3284-91.). – Working Paper.

[Ossimitz 2002] OSSIMITZ, Günther: Systemisches Denken braucht systemische Darstellungsmittel. In: *Entscheiden in komplexen Systemen*. Berlin : Duncker & Humblot, 2002, S. 161–173

[Pickles 1999] PICKLES, John: Social and Cultural Cartographies and the Spatial Turn in Social Theory. In: *Journal of Historical Geography* 25 (1999), S. 93–98

[Rajsiri et al. 2008] RAJSIRI, Vatcharaphun ; BARTHE, A-M. ; BÉNABEN, Frédéric ; LORRÉ, Jean-Pierre ; ; PINGAUD, Hervé: Contribution to Knowledge-based Methodology for Collaborative Process Definition: Knowledge Extraction from 6napse Platform. In: *Enterprise interoperability III: new challenges and industrial approaches* 3 (2008), S. 437–449

[Rajsiri et al. 2007] RAJSIRI, Vatcharaphun ; LORRÉ, Jean-Pierre ; BÉNABEN, Frédéric ; PINGAUD, Hervé: A Cartography Based Methodology For Collaborative Process Definition. In: *Establishing The Foundation Of Collaborative Networks* Bd. 243. Springer Boston, 2007, S. 479–486

[Rieckmann 1982] RIECKMANN, Heijo: *Auf der grünen Wiese ... : Organisationsentwicklung einer Werkserneuerung ; soziotechnisches Design und Offene-System-Planung*. Bern u.a. : Verlag Paul Haupt, 1982

[Rolf 1998] ROLF, Arno: *Grundlagen der Organisations- und Wirtschaftsinformatik*. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 1998

- [Rolf et al. 2008] ROLF, Arno ; CHRIST, Marcel ; DREWS, Paul: *Mikropolis 2010*. Metropolis, 2008. – ISBN 3895186457
- [Rosemann et al. 2005] ROSEMAN, Michael ; SCHWEGMANN, Ansgar ; DELFMANN, Patrick: Prozessorientierte Organisationsgestaltung. In: BECKER, Jörg (Hrsg.) ; KUGELER, Martin (Hrsg.) ; ROSEMAN, Michael (Hrsg.): *Prozessmanagement*. Springer Berlin Heidelberg New York, 2005, S. 45–103
- [Schön et al. 2007] SCHÖN, Susanne ; KRUSE, Sylvia ; MEISTER, Martin: *Handbuch Konstellationsanalyse*. München : Oekom-Verlag, 2007. – ISBN 3865810446
- [Schot und Rip 1996] SCHOT, Johan ; RIP, Arie: The Past and Future of Constructive Technology Assessment. In: *Technological Forecasting and Social Change* 54 (1996), S. 251–268
- [Schultz 2006] SCHULTZ, Hans-Dietrich: Im Norden liegt ..., nach Osten fließt ... Vom Lesenlernen des Kartenbildes. In: SCHNEIDER, Christof Dipper; U. (Hrsg.): *Kartenwelten. Raum und seine Repräsentation in der Neuzeit*. Darmstadt : Primus, 2006, Kap. Karten zeichnen und Karten lesen, S. 42–76
- [Seidlmeier 2006] SEIDLMEIER, Heinrich: *Prozessmodellierung mit ARIS®*. 2. Vieweg, 2006
- [Simon et al. 2008] SIMON, Edouard J. ; ALBUQUERQUE, João Porto de ; ROLF, Arno: Notwendige und vorläufige Formalisierungslücken in Organisationen. In: FUNKEN, Christiane (Hrsg.) ; SCHULZ-SCHÄFFER, Ingo (Hrsg.): *Digitalisierung der Arbeitswelt*. Vs Verlag, 2008, S.
- [Simon et al. 2006] SIMON, Edouard J. ; JANNECK, Monique ; GUMM, Dorina: Understanding Socio-Technical Change: Towards a Multidisciplinary Approach. In: *Social Informatics: An Information Society for all? In Remembrance of Rob Kling*. Springer Boston, 2006, S. 469–479
- [Snow 1987] SNOW, Robert E.: Core Concepts for Science and Technology Literacy. In: *Bulletin of Science Technology Society* 7 (1987), S. 720–729

- [Strohm 1997] STROHM, Oliver: *Analyse und Bewertung von Arbeitssystemen*. Kap. 5, S. 135–166. In: ULICH, Eberhard (Hrsg.): *Unternehmen arbeitspsychologisch bewerten : ein Mehr-Ebenen-Ansatz unter besonderer Berücksichtigung von Mensch, Technik und Organisation*, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, 1997
- [Tesmer 2005] TESMER, Olaf: *Integrierte Modellierung von Geschäftsprozessen und ihrer Unterstützung durch Software - ein Methodenvergleich*, Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, Arbeitsbereich Softwaretechnik, Diplomarbeit, 2005
- [Trist und Bamforth 1951] TRIST, Eric L. ; BAMFORTH, K. W.: Selections from social and psychological consequences of the longwall method of coal-getting; S. 263-275. In: *Human Relations, Tavistock Publications Limited* 4 (1951), Nr. 1, S. 6–18. ISBN B0014KRRTM
- [Tuftte 2006] TUFTE, Edward R.: *Beautiful evidence*. Cheshire, Conn. : Graphics Press, 2006
- [Tversky 2001] TVERSKY, Barbara: Spatial Schemas in Depictions. In: GATTIS, Merideth (Hrsg.): *Spatial Schemas and Abstract Thought*. Massachusetts Institute of Technology, 2001, S. 79–112
- [Ulich 1997] ULICH, Eberhard: Mensch-Technik-Organisation: ein europäisches Produktionskonzept. In: *Unternehmen arbeitspsychologisch bewerten : ein Mehr-Ebenen-Ansatz unter besonderer Berücksichtigung von Mensch, Technik und Organisation*. Zürich : vdf, Hochschulverl. an der ETH Zürich, 1997, S. 5–17
- [Ulich 2001] ULICH, Eberhard ; 5 (Hrsg.): *Arbeitspsychologie*. Zürich : vdf Hochschulverl. AG an der ETH Zürich [u.a.], 2001
- [Ultsch und Mörchen 2005] ULTSCH, Alfred ; MÖRCHEN, Fabian: ESOM-Maps: tools for clustering, visualization, and classification with Emergent SOM / Dept. of Mathematics and Computer Science, University of Marburg, Germany. URL <http://www.mathematik.uni-marburg.de/~databionics/downloads/papers/ultsch05esom.pdf>, 2005 (46). – Technical Report.

- [Wahoff 2005] WAHOFF, Jan-Hendrik: *Das Mikropolis-Modell als Ausgangspunkt für eine transdisziplinäre Wirtschaftsinformatik*, Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, Diplomarbeit, 2005
- [Wildner und Tamayo 2004] WILDNER, Kathrin ; TAMAYO, Sergio: Möglichkeiten der Kartierung in Kultur- und Sozialwissenschaften. Forschungsausschnitte aus Mexiko Stadt. In: LANDSCHAFTSKUNST, Nina Möntmann; Yilmaz Dziewior; G. für (Hrsg.): *Mapping a City*. Kunstverein in Hamburg, Hatje Cantz, 2004, Kap. Mapping, S. 104–128
- [Yang et al. 2007] YANG, Jing ; HUBBALL, Daniel ; WARD, Matthew O. ; RUNDENSTEINER, Elke A. ; RIBARSKY, William: Value and Relation Display: Interactive Visual Exploration of Large Data Sets with Hundreds of Dimensions. In: *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 13 (2007), Nr. 3, S. 494–507
- [Zhao et al. 2007] ZHAO, Wei ; BRYANT, Barrett R. ; CAO, Fei: Transforming business process models in the presence of irreducibility and concurrency. In: *International Journal of Business Process Integration and Management* 2 (2007), Nr. 1, S. 37–48

# Abbildungsverzeichnis

1.1	Elemente eines Arbeitssystems	
	Quelle: [Strohm, 1997, S. 138] . . . . .	7
1.2	Darstellung der modernen Netzwerkorganisation	
	Quelle: [Rolf et al., 2008, S. 125] . . . . .	9
2.1	Beispiel eines Entity-Relationship-Diagramm	
	Quelle: eigene Darstellung . . . . .	21
2.2	Ausschnitt einer ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK)	
	Quelle: [Tesmer, 2005, S. 67], verändert . . . . .	22
2.3	unterschiedliche Notation bei Ereignisnetzen	
	Quelle: eigene Darstellung . . . . .	24
2.4	Tendenzielle Eignung einzelner Prozessanalysemethoden für bestimmte Aufgabenstellungen	
	Quelle: [Becker, 2008, S. 160] . . . . .	27
2.5	Kooperations-Bild der Aufnahme eines Patienten	
	Quelle: [Krabbel et al., 1996a, S. 96] . . . . .	28
2.6	Notation der Kooperationsbilder	
	Quelle: [Krabbel et al., 1996a, S. 95] . . . . .	29
2.7	Kooperationsbild zur Erstellung des kommentierten Vorlesungsverzeichnisses	
	Quelle: [Tesmer, 2005, S. 54] . . . . .	30
2.8	Wertschöpfungskettendiagramm	
	Quelle: [Rosemann et al., 2005, S. 64] . . . . .	31
2.9	Beispiel eines Wertstromdiagramms	
	Quelle: [Becker, 2008, S. 140] . . . . .	33
2.10	Legende des Wertstromdiagramms	
	Quelle: [Becker, 2008, S. 141] . . . . .	33

2.11	Darstellung von Gruppen in einem visualisierten sozialen Netzwerk Quelle: [Heer und Boyd, 2005, S. 7] . . . . .	35
2.12	Beispiel der Kartierung einer Konstellation im Rahmen der Konstellationsanalyse Quelle: Zusammengestellt nach [Schön et al., 2007, S. 18, 20 und 85] . . . . .	37
2.13	Tendenzielle Eignung einzelner Visualisierungstechniken in Bezug auf Disziplinarität und den zeitlichen Horizont Quelle: eigene Darstellung . . . . .	39
2.14	Exemplarische Gegenüberstellung einzelner Notationen für ähnliche Inhalte Quelle: eigene Darstellung . . . . .	42
2.15	Infografiken zur Vermittlung komplexer Themen Quelle: <a href="http://www.rootlearning.com/www/theCanyon.htm">http://www.rootlearning.com/www/theCanyon.htm</a> , verändert . . . . .	46
2.16	Verortung der soziotechnischen Karte Quelle: eigene Darstellung . . . . .	52
3.1	Bereiche einer Karte Quelle: eigene Darstellung . . . . .	65
3.2	Soziotechnische Karte aus der <i>Constructive Technology Assessment</i> Forschung. Die Karte zeigt den sich entwickelnden „Lab-on-a-chip“ Bereich der Nanotechnologie für den Zeitraum 2001-2005. Quelle: [van Merkerk, 2007, S. 94] . . . . .	74
4.1	Visuelle Darstellung des <i>Work System Frameworks</i> von Steven Alter Quelle: [Alter, 2003, S. 368] . . . . .	82
4.2	Ein grafisches soziales Netzwerk offenbart bedeutende Knoten des Netzwerks und lässt Eigenschaften des Netzwerks erkennen. Quelle: eigene Darstellung . . . . .	89
4.3	Notation für soziotechnische Systeme. Sie sind die zentralen Elemente einer soziotechnischen Karte. Die Form deutet die überwiegende Komponente innerhalb des soziotechnischen Systems an. Quelle: eigene Darstellung . . . . .	96
4.4	Darstellung des soziotechnischen Kerns. Quelle: [Rolf et al., 2008, S. 26], mit Hervorhebungen (in blau) durch den Autor. . . . .	97

---

4.5	Darstellung des Makrokontexts (Thema 2). Quelle: [Rolf et al., 2008, S. 117], mit Hervorhebungen (in blau) durch den Autor. . . . .	98
4.6	Die Notation von soziotechnischen Systemen im Detail. Im oberen run- den Element überwiegt die soziale Komponente, im unteren rechteckigen überwiegt die technische Komponente. Quelle: eigene Darstellung . . . . .	99
4.7	Darstellung einer Arena auf einer soziotechnischen Karte . . . . .	103
4.8	Milieus dienen zur Verortung der Elemente auf der soziotechnischen Karte. Quelle: eigene Darstellung . . . . .	105
4.9	Die Legende einer soziotechnischen Karte. Quelle: eigene Darstellung . . . . .	111
4.10	Fiktive soziotechnische Karte. Quelle: eigene Darstellung . . . . .	112

# Tabellenverzeichnis

3.1	Zuordnung der Kartenbereiche zu den Themen der folgenden Seiten. . .	65
4.1	Mögliche Datenbasen für die Kartierung soziotechnischer Karten. . . .	88
4.2	Zuordnung der Kartenbereiche zu Stichworten und der Elementen der soziotechnischen Karte. . . . .	91
4.3	Mögliche Kartentypen und Kartenthemen für soziotechnische Karten.	93
4.4	Mögliche Zuordnung von soziotechnischen Perspektiven zu den Mikropolis-Abstraktionsgraden. . . . .	94

# Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorstehende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe angefertigt und mich anderer als der im beigefügten Verzeichnis angegebenen Hilfsmittel nicht bedient habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Ich bin mit einer Einstellung in den Bestand der Bibliothek des Departments Informatik einverstanden.

Hamburg, den \_\_\_\_\_ Unterschrift: \_\_\_\_\_