

# Darstellung und Wahrnehmung von Informationen bei Digitalisierung: eine Differenzierung und Präzisierung

Fritz Böhle

## Inhaltsverzeichnis

1 Analytische Differenzierungen und Präzisierungen .....	75
2 Folgen der Digitalisierung – Thesen .....	88
3 Ausblick .....	95
Literatur .....	96

## Zusammenfassung

Der Beitrag befasst sich mit der Erfassung und Darstellung von Informationen im Zusammenhang mit der Digitalisierung von Arbeit. Es wird ein begrifflich-analytisches Instrumentarium vorgestellt, mit dem es möglich ist, sowohl Merkmale der technischen Erfassung und Darstellung von Informationen als auch Besonderheiten des menschlichen Umgangs mit Informationen zu erfassen. Beachtet werden dabei vor allem die sinnliche Wahrnehmbarkeit und sinnliche Wahrnehmung von Informationen. Hierzu werden Begriffe wie digital und analog, diskursiv und präsentativ, Zeichen und Symbol, Daten und Bedeutungen sowie empirischen Phonemen wie implizite und explizite Informationen oder unterschiedliche technische Konzepte wie die technische Vermittlung und Beschreibung von Information oder die Ab- und Nachbildung realer Gegebenheiten aufgegriffen und systematisch bestimmt. Einen konzeptuellen Rahmen für die begrifflich-analytischen Bestimmungen bildet

---

F. Böhle (✉)

Forschungseinheit für Sozioökonomie der Arbeits- und Berufswelt, Universität Augsburg,  
Augsburg, Deutschland

E-Mail: [fritz.boehle@phil.uni-augsburg.de](mailto:fritz.boehle@phil.uni-augsburg.de)

die Unterscheidung zwischen objektivierendem und subjektivierendem Wahrnehmen und Handeln. Auf dieser Grundlage folgen Thesen zur Entwicklung der Digitalisierung und ihrer Auswirkungen auf Arbeit. Abschließend werden Anforderungen und Möglichkeiten einer humanen Technikgestaltung umrissen. Der Beitrag schließt mit der Feststellung, dass eine Anpassung der Digitalisierung an den menschlichen Umgang mit Informationen kein Zugeständnis an eine humane Arbeitsgestaltung, sondern ein zentrales Funktionserfordernis der technischen Systeme selbst ist.

Mit den folgenden Ausführungen wird versucht, die Darstellung und Wahrnehmung von Informationen im Zusammenhang mit der Digitalisierung genauer zu bestimmen. Es soll geklärt werden, was unter Informationen zu verstehen ist und in welcher Weise sie unterschiedlich dargestellt und wahrgenommen werden bzw. werden können. Ausgangspunkt und Anstoß sind hierfür sowohl empirische Sachverhalte als auch Begriffe, die bei der Diskussion der Digitalisierung angesprochen und verwendet werden. Bedeutsam erscheinende empirische Sachverhalte sind beispielsweise die Korrespondenz oder Differenz zwischen technisch erzeugten Informationen und der real-physikalischen Welt. Häufig auftauchende Begriffe sind etwa digital, analog, Daten, Zeichen, Signal oder Symbol. Methodisch wird danach gefragt, auf welche empirischen Sachverhalte sich solche Begriffe beziehen und umgekehrt, mit welchen Begriffen sich bestimmte empirische Sachverhalte angemessen erfassen lassen.

Die folgenden Ausführungen knüpfen an Forschungen im ISF München an, die seit den 1980er Jahren zur Informatisierung und Digitalisierung von Arbeit durchgeführt wurden. Im Mittelpunkt steht die Frage nach der Korrespondenz zwischen der technischen Darstellung und Verarbeitung von Informationen einerseits und der menschlichen Wahrnehmung bzw. allgemein dem menschlichen Umgang mit Informationen andererseits. Diese Frage richtet sich im Speziellen auf die sogenannte Mensch-Technik- bzw. Mensch-Computer-Interaktion im Kontext von Arbeit. Digitalisierung wird dabei als eine Technik begriffen, die sich vor allem auf die Steuerung, Regulierung sowie Kontrolle und Dokumentation technischer und organisatorischer Prozesse richtet. Die alleinige Sammlung, Aufbereitung, Systematisierung und Bereitstellung von Informationen, wie etwa bei Suchmaschinen im Internet oder auch Computerspiele u. Ä., wird nicht näher und explizit einbezogen. Die Entwicklung und Gestaltung der Digitalisierung wird als ein technischer und sozialer Prozess betrachtet, der neben technikimmanenten Sachlogiken durch ökonomische, politische und soziokulturelle Ziele, Interessen und Orientierungen beeinflusst wird. Dementsprechend gibt es auch keinen allein

sachlich begründeten ‚One best way‘, sondern grundsätzlich unterschiedliche Entwicklungs- und Gestaltungsmöglichkeiten von Technik. Diese im Zusammenhang mit der Digitalisierung zu erkennen und auszuloten, ist eine besondere Herausforderung für die sozialwissenschaftliche Analyse. Es gilt somit weder vorschnell die mit der Digitalisierung präjudizierte technische Verarbeitung und Darstellung von Informationen mit der menschlichen Wahrnehmung und Handhabung von Informationen gleichzusetzen noch als einzig mögliche technische Darstellung und Verarbeitung von Informationen zu begreifen. Die im Folgenden versuchte begriffliche Klärung soll daher dazu beitragen, nicht nur vorherrschende Entwicklungen zu erfassen, sondern vor allem auch unterschiedliche Entwicklungslinien und Alternativen in den Blick zu rücken. Vor diesem Hintergrund richten sich die Ausführungen auf die systematische Bestimmung von Kategorien und Dimensionen, mit denen die Erfassung, Darstellung und Wahrnehmung von Informationen bestimmt werden kann. Die Reihenfolge der Ausführungen ist einem diskursiven Vorgehen geschuldet und resultiert nur teilweise aus einer logischen Abfolge. So werden teils Begriffe eingeführt und verwendet, deren Gehalt erst im weiteren Verlauf sukzessive diskutiert und expliziert wird. Im Besonderen gilt dies für den Begriff der Information.

Die wissenschaftlichen, theoretischen und empirischen Grundlagen der folgenden Ausführungen werden zugunsten der besseren Lesbarkeit und Übersichtlichkeit des Textes nicht weiter ausgeführt; in den Anmerkungen erfolgen hierzu jedoch Hinweise. Die analytisch-dimensionale Bestimmung (Abschn. 1) beginnt mit einer allgemeinen Bestimmung von Informationen und schließt mit einer thesenhaften Zusammenfassung ab. An die theoretisch-konzeptuellen Erörterungen schließen Thesen zu den Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeit sowie zu Alternativen bei der technischen Erfassung und Darstellung von Informationen an (Abschn. 2).

## **1 Analytische Differenzierungen und Präzisierungen**

### **1.1 Information – Daten und Bedeutung**

Ein allgemeines Merkmal einer Information ist die Verbindung einer konkreten materiellen oder immateriellen Gegebenheit mit einer Bedeutung. Demnach ist eine Zahl noch keine Information; sie wird es erst dann, wenn sie sich auf einen bestimmten Gegenstandsbereich und auf ein bestimmtes Ereignis bezieht. Auf die Gegebenheit, mit der Bedeutungen verbunden werden, beziehen sich Begriffe wie Eigenschaften und Verhaltensweisen, Signale oder Daten. Im Folgenden sei

hierfür allgemein der Begriff Daten verwendet.<sup>1</sup> Oft werden als Information nur solche Daten und ihre Bedeutung gesehen, die in und für bestimmte Handlungskontexte explizit als orientierungs- und erkenntnisleitend definiert sind – so beispielsweise Daten von Messgeräten, Uhren, Verkehrsschildern, Bedienungsanleitungen, Ratschläge, Sachberichte usw. Wichtige Informationen ergeben sich aber vor allem auch unmittelbar aus den Eigenschaften und Verhaltensweisen konkreter Gegebenheiten und aus Sachverhalten, die sich erst im praktischen Handeln und nur in bestimmten Situationen und für bestimmte Akteure als orientierungs- und erkenntnisleitend erweisen. So können beispielsweise für die Orientierung in einer Stadt neben oder auch anstelle von Stadtplänen und Wegweisern Straßenzüge, Gebäude, Geschäfte u. Ä. als wichtige Information dienen. Auch diese können grundsätzlich explizit als Information definiert werden. Zumeist handelt es sich jedoch eher um implizite oder potenzielle Informationen die (erst) in einem bestimmten Handlungskontext zu einer orientierungs- und erkenntnisleitenden Information werden. Ein Beispiel hierfür ist im Arbeitsbereich das Geräusch von Maschinen und technischen Anlagen. Es ist technisch nicht als Information vorgesehen und definiert. Gleichwohl orientieren sich in der Praxis qualifizierte Fachkräfte hieran, da sie am Geräusch frühzeitig Unregelmäßigkeiten und Störungen erkennen können.<sup>2</sup>

Es erscheint daher sinnvoll, nicht a priori begrifflich festzulegen, was informationsrelevante Daten sind, sondern dies offen zu halten. In dieser Perspektive sind zum einen Daten (s. o.) nur dann eine Information, wenn sich damit eine orientierungs- und erkenntnisleitende Bedeutung verbindet; zum anderen kann aber weder allgemein noch ex ante festgelegt werden, was informationsrelevante Daten sind. Dies bestimmt sich explizit (nur) unter Bezug auf bestimmte Handlungskontexte und implizit (erst) in und durch bestimmte Handlungskontexte. Unter Daten sind somit bei diesem Verständnis sowohl Zahlen auf einem Messgerät ebenso wie Geräusche einer Maschine u. Ä. zu verstehen.

Des Weiteren kann unterschieden werden zwischen Daten und Bedeutungen, denen eine allgemeine, von menschlicher Wahrnehmung unabhängige Geltung zugeschrieben wird und die dementsprechend als objektiv gelten und Informationen, die nur unter Bezug auf ihre menschliche Wahrnehmung in Erscheinung treten und daher als nur subjektiv gelten. Die Bestimmung eines Gewichts durch physikalische Messgrößen wie Kilogramm etc. entspricht Ersterem; wohingegen

---

<sup>1</sup> Siehe hierzu auch die Unterscheidung von Daten und Informationen in der internationalen Diskussion bei Rowley (2006) sowie Zins (2007).

<sup>2</sup> Siehe hierzu als empirische Befunde exemplarisch (Böhle und Milkau 1988), sowie (Pfeiffer 2001).

sich die Wahrnehmung eines Gewichts als schwer oder leicht auf das Zweite bezieht.<sup>3</sup>

## 1.2 Realität und Beschreibung – reale Daten und beschreibende Daten

Daten und ihre Bedeutung können nach dem zuvor umrissenen Verständnis sowohl unmittelbar durch reale Gegebenheiten als auch durch deren Beschreibung in Erscheinung treten und wahrgenommen werden. Beispiel für ersteres sind durch technische Anlagen erzeugte Geräusche, die Geografie technischer oder naturhafter Gegebenheiten, die Farbe und Farbveränderung bei Materialien, oder Gerüche etwa bei Chemikalien wie aber auch Eigenschaften und das Verhalten von Kund\*innen bei Dienstleistungen. Ein Beispiel für Beschreibungen sind demgegenüber Buchstaben und Worte, Zahlen sowie auch Zeichnungen oder technisch erzeugte akustische Signale u. Ä. Entscheidend für die Beschreibung ist, dass die Darstellungen (Worte, Zahlen, Zeichnungen etc.) nicht ‚für sich‘ stehen, sondern sich auf etwas beziehen, dessen Merkmale, Eigenschaften und Verhaltensweisen durch sie dargestellt und erkennbar werden bzw. werden sollen. Als orientierungs- und erkenntnisleitende Informationen können sie daher auch an die Stelle der realen Gegebenheiten, auf die sie sich beziehen treten.

Die technische Erzeugung und Darstellung von Informationen wird oft pauschal als technische Mediatisierung bezeichnet und dies mit beschreibenden Daten gleichgesetzt.<sup>4</sup> Die technische Mediatisierung kann jedoch sowohl durch beschreibende Daten mittels technischen Anzeigen und Bildschirmen erfolgen als auch durch die technische Vermittlung realer Daten. Ein Beispiel für Letzteres ist die technische Verstärkung eines Geräusches oder die Dokumentation mit einer Kamera. Es ist somit bei der technischen Erzeugung und Darstellung von Informationen zu unterscheiden zwischen der technischen Vermittlung realer Daten und beschreibenden Daten, im Sinne einer ‚Verdoppelung der Realität‘.<sup>5</sup> Es erscheint sinnvoll, den Begriff beschreibende Daten nur auf Letzteres zu beziehen. Man könnte hierfür auch den Begriff virtuell verwenden, sofern damit gemeint ist, dass real existierende Gegebenheiten technisch abgebildet und nachgebildet werden, um eine Wirklichkeit zu erzeugen die als real erscheint,

---

<sup>3</sup> Siehe hierzu grundlegend (Böhme 1980) und (Schmitz 1994).

<sup>4</sup> Siehe hierzu allgemein unter Bezug auf die technische Entwicklung bspw. Böhle (2001).

<sup>5</sup> Siehe grundlegend hierzu die Untersuchung zur historischen Entwicklung der Informatisierung und der damit verbundenen Verdopplung der Realität Schmiede (1996).

aber (physikalisch) nicht real existiert, da sie nur durch eine Software hervorgebracht wird.<sup>6</sup> In dieser Weise wäre der Begriff ‚virtuell‘ weitgehend mit dem Verständnis von Digitalisierung als „computer based representation of physical phenomena“ (Leonardi und Barley 2012) identisch. Doch der Begriff der Virtualität wird gerade auch unabhängig vom Bezug auf reale Gegebenheiten verwendet bzw. erst dann verwendet, wenn technisch erzeugte Repräsentationen kein unmittelbares physikalisches Korrelat besitzen und somit Objekte, Ereignisse und Personen jenseits realer Gegebenheiten erzeugt werden.<sup>7</sup> Um Missverständnisse zu vermeiden, sei daher im Folgenden anstelle von virtuell der Begriff ‚beschreibende Daten‘ verwendet und damit im Besonderen der Bezug zu realen Gegebenheiten bzw. die „computer based representation of physical phenomena“ (s. o.) betont.

Oft werden Beschreibungen als Zeichen oder Symbole bezeichnet. Es erscheint jedoch sinnvoll, für Beschreibungen oder Abbildungen zunächst den allgemeinen, eher neutralen Begriff ‚beschreibende Daten‘ zu verwenden. Hiermit kommt zum einen zum Ausdruck, dass es sich ebenso wie bei realen Daten um Merkmale und Eigenschaften ‚von etwas‘ handelt und zum anderen aber diese nicht real existieren, sondern ‚nur‘ beschrieben werden. Gleichwohl können solche (beschreibende) Daten in bestimmten Handlungskontexten, wie bereits erwähnt, die gleiche Bedeutung erlangen wie reale Daten und damit an deren Stelle treten. Des Weiteren wird es durch den allgemeinen Begriff ‚beschreibende Daten‘ möglich, Begriffe wie Zeichen und Symbole (erst) zur weiteren Charakterisierung und Präzisierung unterschiedlicher Erscheinungsformen beschreibender Daten zu verwenden (s. u.).

Die Erzeugung beschreibender Daten erfordert besondere Aktivitäten. Es ist daher davon auszugehen, dass sie in hohem Maße explizit als Information definiert werden bzw. aus dem Bedürfnis nach Informationen (erst) hervorgehen. Reale Daten enthalten demgegenüber weit mehr implizite und potenzielle Informationen. Dabei zeigt sich, dass die Transformation von impliziten zu expliziten Information zwar auf der Ebene realer Daten möglich ist, aber vor allem mit ihrer Ergänzung durch beschreibende Daten erfolgt. Daher werden vielfach nur beschreibende Daten als Information betrachtet bzw. der Begriff Information hiermit gleichgesetzt. Weite Bereiche von Informationen, die für menschliches Handeln maßgeblich und möglich sind, werden damit jedoch ausgegrenzt.

---

<sup>6</sup> Sie hierzu exemplarisch Vogel (2022).

<sup>7</sup> Siehe hierzu ausführlicher Heinlein et al. (2021).

### 1.3 Sinnliche Wahrnehmbarkeit von Daten – vielschichtig diffus und eindeutig messbar

Daten haben grundsätzlich eine sinnlich-wahrnehmbare Qualität. Oder anders ausgedrückt: Sie müssen eine sinnlich-wahrnehmbare Qualität haben, damit sie wahrgenommen und kommuniziert werden können. Übersinnliche Phänomene wie Gedankenübertragung und ein rein spirituelles, intuitives Erkennen u. Ä. werden damit ausgeschlossen. Auch Zahlen und Buchstaben haben eine sinnlich wahrnehmbare Qualität. Oft werden allerdings nur bildhafte, akustische oder taktil wahrnehmbare Daten als sinnlich wahrnehmbar angesehen und demgegenüber Zahlen und Buchstaben als rein geistige Phänomene betrachtet. Doch auch Zahlen und Buchstaben haben eine sinnlich wahrnehmbare Qualität. Dies besagt, sowohl reale als auch beschreibende Daten können unterschiedliche sinnlich wahrnehmbare Qualitäten aufweisen. Zu unterscheiden ist dabei zwischen einer vielschichtigen und diffusen Wahrnehmbarkeit einerseits und eindeutiger sowie, *im Prinzip*, messbarer Wahrnehmbarkeit andererseits. Beispiele für vielschichtig und diffus wahrnehmbare Daten sind Geräusche, Vibrationen, Farbschattierungen oder unebene Oberflächen von technischen Geräten und Materialien sowie auch die Gestalt, das Verhalten und die Mimik von Personen. Beispiele für die eindeutige und messbare Wahrnehmbarkeit sind Zahlen und Buchstaben sowie schematische Zeichnungen oder akustische Signale. Oft wird die Eindeutigkeit der sinnlichen Wahrnehmbarkeit als ein Merkmal beschreibender Daten gesehen und demgegenüber reale Daten als vielschichtig und diffus unterschieden. So etwa, wenn zwischen digitaler Beschreibung und analoger Realität unterschieden wird. Doch auch beschreibende Daten können in ihrer sinnlich wahrnehmbaren Qualität vielfältig und diffus sein (s. u.) und ebenso können reale Daten eindeutig sein, wie bspw. ein akustisches Signal durch eine Sirene oder einen Klingelton.<sup>8</sup>

Bei der Diskussion der Gestalt und Darstellung von Informationen bezieht sich hierauf die Unterscheidung zwischen digitalen und analogen Darstellungen<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> Dabei ist zu berücksichtigen, dass auch reale Gegebenheiten keine ‚rohe Natur‘ sind, sondern immer auch selbst (bereits) technisch gestaltet sind bzw. gestaltet werden. So sind bspw. an technischen Anlagen vielfach Geräusche aufgrund von Maßnahmen zum Lärmschutz u. a. nurmehr sehr begrenzt und selektiv wahrnehmbar. Des Weiteren ist darauf hinzuweisen, dass sich die hier getroffenen Unterscheidungen ausschließlich auf die Qualität der sinnlichen Wahrnehmung von Daten und nicht auf ihre Bedeutung beziehen. Es bestehen hier zwar Zusammenhänge, sie werden jedoch erst im Weiteren näher erläutert.

<sup>9</sup> Siehe hierzu weiter unten nochmals ausführlicher.

oder zwischen diskursiven und präsentativen Darstellungen.<sup>10</sup> Der Begriff ‚digital‘ bezieht sich hier auf Zahlen und entsprechende Zeichen und der Begriff ‚diskursiv‘ auf Sprache bzw. Worte. Die Bezeichnungen ‚analog‘ und ‚präsentativ‘ beziehen sich auf bildliche wie auch auf musikalische oder bewegungsmäßige Darstellungen.

Die Bezeichnungen ‚digital‘ oder ‚diskursiv‘ werden oft nur auf beschreibende Daten bezogen. Es erscheint aber sinnvoll, sowohl bei beschreibenden als auch bei realen Daten zwischen analogen-präsentativen und digitalen-diskursiven Darstellungen zu unterscheiden. So können auch reale Daten wie beispielsweise Geräusche durch technische Vorrichtungen in eindeutig messbare Daten wie beispielsweise ein akustisches Signal transformiert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass auch bei der technischen Vermittlung realer Daten (s. o.) ähnliche Effekte auftreten können, sodass hier teils die Grenzen zwischen technischer Vermittlung und Beschreibung fließend sind.

Die hier getroffene Unterscheidung der sinnlichen Wahrnehmbarkeit von Daten hat maßgebliche Folgen für die Verbindung von Daten mit Bedeutungen bzw. die Wahrnehmung von Daten und des Erkennens ihrer Bedeutung. Bevor dies näher ausgeführt wird, erfolgt zunächst jedoch noch eine weitere Differenzierung zur sinnlichen Wahrnehmbarkeit von Daten.

## **1.4 Modalitäten sinnlicher Wahrnehmbarkeit – multimodal und unimodal**

Reale und beschreibende Daten können unterschiedliche wahrnehmbare Modalitäten aufweisen; wie insbesondere eine optisch-visuelle, akustische oder taktil-haptische Wahrnehmbarkeit. Oft wird die Multimodalität sinnlicher Wahrnehmbarkeit nur bei analogen und präsentativen Daten gesehen. Doch auch Daten in digitaler und diskursiver Form können multimodal sein. Exemplarisch hierfür sind schematisch-bildliche Darstellungen oder akustische Signale. Des Weiteren können umgekehrt Worte und Buchstaben auch zu einer analogen und präsentativen

---

<sup>10</sup> Dabei ist zu unterscheiden zwischen unterschiedlichen technischen Prinzipien und Verfahren wie Digital- und Analogtechnik (vgl. Schröter und Zons 2004) und unterschiedliche Darstellungen (vgl. Aicher 1991).

Die Unterscheidung zwischen präsentativen und diskursiven Symbolen geht zurück auf die Philosophin Susanne Langer. Sie betont damit die Möglichkeit, reale Gegebenheiten nicht nur diskursiv, sondern ebenso auch akustisch-musikalische oder durch bewegungsmäßige Darstellungen zu beschreiben und zu kommunizieren (vgl. Langer 1965).

Beschreibung, wie etwa bei Erzählungen und Poesie, verwendet werden. Die vielschichtige und diffuse Wahrnehmbarkeit verlagert sich dabei auf durch Worte angestoßene sinnliche Imaginationen.<sup>11</sup> Die multimodale Darstellung beschreibender Daten (visuell, akustisch, taktil) ermöglicht eine vielfältige sinnliche Wahrnehmung, sie ist aber nicht per se gleichbedeutend mit einer analogen oder präsentativen Gestalt von Daten. Dies wird noch deutlicher, wenn der Zusammenhang zwischen sinnlicher Wahrnehmbarkeit von Daten und deren Bedeutung beachtet wird.

## 1.5 Realitätsbezug – sinnlich-erfahrungsgeleitet und mental-wissensbasiert

Die Bedeutung von Daten kann in unterschiedlicher Weise mit Daten verbunden sein bzw. verbunden werden. Zu unterscheiden sind dabei mental-wissensbasiert definierte Bedeutungen einerseits und Bedeutungen, die in der sinnlich wahrnehmbaren Gestalt von Daten enthalten sind andererseits. Daten in digitaler und diskursiver Gestalt sind in der Regel mit mental-wissensmäßig definierten Bedeutungen verbunden. Die sinnliche Wahrnehmung beschränkt sich dabei auf sensorische Reize, die durch eine mental-wissensbasierte Interpretation ergänzt wird bzw. werden muss.

Demgegenüber kann aber die Bedeutung von Daten auch durch ihre jeweilige sinnlich wahrnehmbare Gestalt zum Ausdruck kommen. Vielschichtig und diffus wahrnehmbare Daten enthalten diese Möglichkeit; die Bedeutung kann hier quasi selbsterklärend in der Beschaffenheit und Gestaltung der Daten enthalten sein und somit durch die sinnliche Wahrnehmung entschlüsselt werden. Dies ist bspw. bei der bereits erwähnten Wahrnehmung von Geräuschen als Indikatoren für technische Verläufe der Fall. Auch bei analogen und präsentativen beschreibenden Daten ist eine solche sinnliche Wahrnehmung der Bedeutung möglich. So kann beispielsweise durch die bildliche Darstellung eines Prozesses in Form von Kurven ‚mit einem Blick‘ der zeitliche (Gesamt-)Verlauf erkannt werden und ggf. auch eine Tendenz, die eine Prognose des weiteren Verlaufs ermöglicht.<sup>12</sup> Ein bekanntes Beispiel ist auch das Ziffernblatt einer Uhr. Am Stand der Zeiger kann ein aktueller Zeitpunkt im Tagesverlauf verortet oder/und die Uhrzeit auch dann erkannt werden, wenn Ziffern fehlen bzw. nicht lesbar sind.

---

<sup>11</sup> Siehe hierzu grundlegend sowie kritisch Merleau-Ponty (1966) und Schmitz (2005).

<sup>12</sup> Siehe hierzu am Beispiel der Überwachung und Steuerung komplexer technischer Anlagen in Leitwarten Böhle und Rose (1992).

Mit dieser Unterscheidung wird ein grundlegender Unterschied zwischen der digitalen und diskursiven Gestalt von Daten einerseits und ihrer analogen und präsentativen Gestalt andererseits sichtbar. Digitale und diskursive Daten weisen in ihrer sinnlichen Qualität keinen Bezug zu den realen Gegebenheiten auf, auf die sie sich beziehen. Der Bezug zu den realen Gegebenheiten wird allein durch mental wissensmäßige Zuschreibungen und Definitionen hergestellt. Die analoge und präsentative Gestalt von Daten enthält demgegenüber die Möglichkeit, reale Gegebenheiten sinnlich wahrnehmbar darzustellen.

Da (auch) analoge und präsentative Beschreibungen nicht identisch sind mit einer konkretistischen Abbildung realer Gegebenheiten, aber gleichwohl Entsprechungen zwischen Beschreibung und dem Beschriebenen (Realität) bestehen, erscheint es sinnvoll, hierfür den Begriff Symbol zu verwenden. Digitale und diskursive Beschreibungen wären demgegenüber ‚nur‘ als Zeichen zu benennen.<sup>13</sup>

## 1.6 Sinnliche Wahrnehmung – objektivierend und subjektivierend

Für die Wahrnehmung digitaler und diskursiver sowie analoger und präsentativer Daten und des Erkennens ihrer expliziten oder ihrer implizit enthaltenen Bedeutung spielen unterschiedliche Formen und Möglichkeiten der sinnlichen Wahrnehmung eine wesentliche Rolle. Zu unterscheiden ist dabei eine objektivierende und subjektivierende Wahrnehmung und ein damit verbundenes objektivierendes und subjektivierendes Handeln. Bei der objektivierenden Wahrnehmung richten sich sinnliche Wahrnehmungen auf ein möglichst exaktes Registrieren von Daten. Die sinnliche Wahrnehmung besteht damit im Wesentlichen in sensomotorischen Reizen, deren Bedeutung (erst) verstandesmäßig erfasst und interpretiert wird. Ohne verstandesmäßige Ordnung sind dabei die Sinne ‚blind‘ (eine Feststellung, wie sie sich etwa exemplarisch bei Kant und auch in großen Teilen der Wahrnehmungspsychologie findet). Bei der subjektivierenden Wahrnehmung sind demgegenüber sinnliche Wahrnehmungen mit subjektivem Empfinden und

---

<sup>13</sup> Es ist nochmals darauf hinzuweisen, dass sich der Begriff digital hier ausschließlich auf die Darstellung und Gestalt von Daten und nicht auf ihre technische Erzeugung bezieht. Dementsprechend können auch digital erzeugte Daten sowohl digital als Zahlen u. Ä. oder analog als bildlich u. Ä. dargestellt werden; siehe hierzu auch nochmals unter Abschn. 2.

Erleben verbunden, so wie dies bspw. im Begriff der Sinnlichkeit oder ästhetischen Wahrnehmung zum Ausdruck kommt.<sup>14</sup> Die Wahrnehmung realer Daten und analoger sowie präsentativer Beschreibungen eröffnen die Möglichkeit, sinnliche Wahrnehmungen mit einem subjektiven Empfinden und leiblichen Spüren zu verbinden. Hierauf beruht beispielsweise die Wahrnehmung von Geräuschen als Indikator für den Verlauf technischer Prozesse. Geräusche werden nicht nur als laut und leise sondern auch als warm, stimmig oder schmerzhaft empfunden. Bei der Wahrnehmung von Kurvenverläufen wird ein bestimmter Bewegungsablauf subjektiv nachvollzogen und auf dieser Grundlage der weitere Verlauf antizipiert. Des Weiteren lösen grafische Darstellungen auf Monitoren visuelle Imaginationen über die nicht unmittelbar sichtbaren konkreten Gegebenheiten aus. Man sieht auf diese Weise mehr, als man faktisch sieht bzw. sehen kann. So wird bei der Wahrnehmung beschreibender Daten ihre unmittelbare sinnliche Wahrnehmung durch (sinnliche) Vorstellungen über die realen Gegebenheiten, auf die sie sich beziehen, ergänzt. Die beschreibende Darstellung dient hier quasi als Anstoß und Anreiz für eine subjektive (sinnliche) Vorstellung über reale Gegebenheiten. Eine Voraussetzung hierfür ist die Verbindung der sinnlichen Wahrnehmung nicht nur mit subjektivem Empfinden, sondern auch bildhaft-assoziativen mentalen Prozessen und einem erfahrungsbezogenen Wissen über konkrete Gegebenheiten. Die Realitätsnähe beschreibender analoger und präsentativer Daten bemisst sich somit

---

<sup>14</sup> Die hier getroffene Unterscheidung sinnlicher Wahrnehmung zwischen der Ausrichtung auf Sinnesreize und deren mentale wissensbasierte Interpretation einerseits und der Verbindung sinnlicher Wahrnehmung mit subjektivem Empfinden und Spüren andererseits knüpft an phänomenologische Theorien leiblich-spürender Wahrnehmung an (vgl. Merleau-Ponty 1966; Schmitz 2005). In der arbeitssoziologischen Forschung wurde dies mit unterschiedlichen Ausformungen menschlichen Handelns insgesamt verbunden. Die leiblich-spürende Wahrnehmung ist demnach verbunden mit einem intentionalen, aber zugleich dialogisch-interaktiven Umgang mit Personen wie Dingen, assoziativ-bildhaften mentalen Prozessen sowie einem Verhältnis zur Umwelt, das auf Nähe und Verbundenheit beruht. Theoretisch-konzeptuell lässt sich dies als ein subjektivierend-erfahrungsgeleitetes Handeln bestimmen. Demgegenüber ist die auf sensorische Reize ausgerichtete sinnliche Wahrnehmung verbunden mit einem objektivierenden Handeln, das auf Distanz zur Umwelt sowie planmäßigem Vorgehen und analytisch-logischem Denken beruht. Die Unterscheidung zwischen einem subjektivierenden und objektivierenden Handeln beruht auf unterschiedlichen Forschungsansätzen sowie vor allem auch auf empirischen Untersuchungen. Letztere zeigen, dass für die Bewältigung von Arbeitsanforderungen sowohl ein objektivierendes als auch ein subjektivierendes Handeln erforderlich ist, wobei sich das subjektivierende Handeln vor allem auf den Umgang mit Ungewissheiten und Unwägbarkeiten in technischen und organisatorischen Prozessen sowie bei der Arbeit an und mit Menschen bezieht und hierfür notwendig ist. Siehe hierzu ausführlicher zu den theoretischen Grundlagen und empirischen Untersuchungen (Böhle 2017).

danach, in welcher Weise für die jeweiligen ‚Nutzer\*innen‘ bei ihrer Wahrnehmung Vorstellungen über reale Gegebenheiten angestoßen und unterstützt werden. In diesem Sinne sind solche beschreibenden Daten keine konkretistische Abbildung, sondern ein Symbol für konkrete Gegebenheiten. Die Besonderheit der analogen und präsentativen Gestalt von Daten besteht somit vor allem darin, dass hierdurch eine subjektivierende Wahrnehmung ermöglicht und unterstützt wird, und umgekehrt kommen die Potenziale der analogen und präsentativen Gestalt von Daten nur dann zum Tragen, wenn sie subjektivierend wahrgenommen werden. Ein Grenzfall sind Piktogramme, wie sie bspw. bei Wegweisern verwendet werden. Sie sollen leicht und eindeutig wahrnehmbar sein und zugleich aber sinnlich wahrnehmbar über reale Gegebenheiten informieren.

## **1.7 Realitätsnähe – symbolisch und Nachbildung**

Abschließend zu den getroffenen Unterscheidungen und Präzisierungen ist bei beschreibenden Daten noch auf den Unterschied zwischen dem symbolischen Bezug auf reale Gegebenheiten und deren konkretistischen Ab- und Nachbildung einzugehen. Eine 1:1 Abbildung wie bspw. bei einer Simulation richtet sich auf eine möglichst vollständige, konkrete Abbildung realer Gegebenheiten. Im Unterschied zur Beschreibung mittels eindeutig wahrnehmbarer Daten (Zeichen) oder realitätsbezogenen Symbolen bezieht sich die Darstellung bei der Simulation auf eine möglichst konkrete Abbildung und Nachbildung realer Daten im Sinne eines Realitätsersatzes. Dadurch kann jedoch zugleich der paradox erscheinende Effekt eintreten, dass trotz konkretistischer Abbildung Elemente, die für eine subjektivierende Wahrnehmung bedeutsam sind, wegfallen. Auch konkretistische Abbildungen beruhen grundsätzlich auf der Selektion von Eigenschaften und Verhaltensweisen konkreter Gegebenheiten. Es stellt sich hier beispielsweise die Frage des Realitätsausschnitts, der Modalitäten sinnlicher Wahrnehmung und Wahrnehmbarkeit, sowie der Stabilität und Dynamik der jeweiligen Simulation. So können für die Arbeit bei einer technischen Anlage für Fachkräfte nicht nur die unmittelbaren technischen Prozesse bedeutsam sein, sondern auch der Kontakt zu vor- und nachgelagerten Prozessen sowie auch die Umwelt und ihre Einflüsse; ebenso wie nicht nur optisch-visuelle Wahrnehmungen, sondern auch Gerüche, Vibrationen, taktil-haptische Berührungen. Und schließlich weisen auch technisch und organisatorisch stabile Prozesse eine Eigendynamik auf, durch

die nicht vorhersehbare und nicht kontrollierbare Ereignisse stattfinden.<sup>15</sup> Durch eine konkretistische Ab- und Nachbildung realer Gegebenheiten wird somit keineswegs per se eine größere Realitätsnähe als bei analogen und präsentativen Darstellungen gewährleistet und zugleich besteht die Gefahr, dass hierdurch die Vergegenwärtigung der (unvermeidbaren) Differenz zwischen Abbildung und realen Gegebenheiten verloren geht. Beschreibende Daten erscheinen dann nicht (mehr) als Beschreibungen realer Gegebenheiten, sondern als Realität.

Es muss weiteren Diskussionen und Klärungen vorbehalten bleiben, in welcher Weise mit den vorangehenden Ausführungen Aspekte, Fragen und Probleme benannt sind die grundsätzlich nicht nur für die rechner- bzw. computergestützte Steuerung, Regulierung, Kontrolle und Dokumentation technischer und organisatorischer Prozesse Geltung haben, sondern (auch) für virtuelle Realitäten (virtual reality) wie auch den Umgang mit Datenbanken, Suchmaschinen, Experten- und Assistenzsystemen bis hin zur KI.

## 1.8 Zusammenfassung

Zusammenfassend ergibt sich aus den vorhergehenden Ausführungen thesenhaft:

- Informationen beruhen auf Daten und deren Bedeutungen. Daten können real oder beschreibend sein. Reale Daten ergeben sich aus Eigenschaften und Verhaltensweisen konkreter Gegebenheiten. Beschreibende Daten beruhen auf der Darstellung konkreter Gegebenheiten durch ein anderes Medium (Zahlen, Worte, Zeichnungen u. a.). Bedeutungen haben grundsätzlich einen relationalen Charakter unter Bezug auf die Verwendung von Daten.
- Daten und ihre Bedeutung können explizit oder implizit als Information wirksam werden. Bei expliziten Informationen sind die Daten und ihre Bedeutung als orientierungs- und erkenntnisleitend explizit ausgewiesen und definiert. Exemplarisch hierfür sind Anzeigen auf einem Messgerät, Wegweiser, Handbücher wie auch eine bestimmte explizit benannte und benennbare Eigenschaft oder Verhaltensweise konkreter Gegebenheiten wie die Größe, bestimmte Gebäude oder geografische Stellen u. Ä. Bei impliziten Informationen ergibt sich die orientierungs- und erkenntnisleitende Rolle und Nutzung erst im praktischen Umgang hiermit.

---

<sup>15</sup> Siehe hierzu ausführlicher zu empirischen Befunden in Produktion, Verwaltung und Dienstleistung Böhle (2017), jeweils in den Abschnitten ‚Unwägbarkeiten‘. sowie nochmals unter Abschn. 2.

- Reale und beschreibende Daten können eine unterschiedlich sinnlich wahrnehmbare Gestalt haben. Zu unterscheiden ist zwischen (sinnlich) eindeutig und im Prinzip messbar wahrnehmbaren Daten und (sinnlich) diffus und vielschichtig wahrnehmbaren Daten. Exemplarisch für Ersteres sind beschreibende Daten in Form von Zahlen, Buchstaben sowie auch akustische Signale und geometrische Formen u. Ä. Sie können als digital und diskursiv benannt werden. Exemplarische für das Zweite sind reale Daten, wie Geräusche, Farbschattierungen, Vibrationen sowie beschreibende Daten in Form bildhafter oder auch vielschichtiger akustischer und bewegungsmäßiger Darstellungen. Solche Darstellungen können als analog und präsentativ bezeichnet werden. Die sinnlich wahrnehmbare Gestalt von Daten hat wesentliche Auswirkung auf die Verbindung von Daten mit Bedeutungen bzw. die Wahrnehmung und das Erkennen der Bedeutung von Daten.
- Die Bedeutung von Daten kann in ihrer sinnlich wahrnehmbaren Beschaffenheit enthalten sein oder durch explizit definierte Zuschreibungen bestimmt werden. Die analoge und präsentative Gestalt und, damit verbunden, die vielfältige und diffuse Wahrnehmbarkeit von Daten ermöglichen es, ihre Bedeutung durch ihre sinnliche Wahrnehmung zu erkennen. Bei der digitalen, diskursiven Gestalt von Daten beruht demgegenüber die Bedeutung auf expliziten Definitionen und erfordert hierauf bezogene mentale Leistungen und Wissen.
- Bei beschreibenden Daten weist die analoge und präsentative Gestalt einen sinnlich wahrnehmbaren Bezug zu den Gegebenheiten auf, auf die sie sich beziehen. Dies ist nicht identisch mit einer konkretistischen 1:1 Ab- bzw. Nachbildung. Es handelt sich vielmehr um sinnlich wahrnehmbare Entsprechungen. Exemplarisch hierfür ist die Beschreibung eines Prozessverlaufs durch visuell wahrnehmbare Kurven. Beschreibende Daten in einer analogen oder präsentativen Gestalt können als (bedeutsame) Symbole und in einer digitalen und diskursiven Gestalt als (bloße) Zeichen benannt werden.
- Die digitale und diskursive Gestalt von Daten und die explizite Definition von Bedeutungen korrespondiert mit einem objektivierenden Handeln. Dieses beruht auf der Orientierung an – im Prinzip – subjektunabhängigen, allgemeingültigen Kriterien, so wie dies für ein rationales, verstandesmäßiges geleitetes Handeln als typisch und notwendig gilt. Die sinnliche Wahrnehmung ist dabei weitgehend auf ein qualitativ einfaches sensorisches Registrieren beschränkt. Die analoge und präsentative Gestalt von Daten und das Erkennen ihrer Bedeutung durch die sinnliche Wahrnehmung erfordert und ermöglicht demgegenüber ein subjektivierendes Handeln. Die sinnliche Wahrnehmung ist hier mit leiblichem Empfinden und Spüren sowie assoziativ-bildhaftem Denken

und einem explorativ-dialogischem Umgang nicht nur mit Personen, sondern auch mit Dingen verbunden. (Werden analoge und präsentative Daten ‚nur‘ objektivierend wahrgenommen, bleibt ihre Bedeutung unerkannt und ihre sinnliche Wahrnehmung muss wie bei digitalen und diskursiven Daten durch ein explizites Wissen über die ihnen zugeschriebene Bedeutung ergänzt werden.)

- Die sinnliche Wahrnehmbarkeit von Daten kann multimodal (optisch-akustisch usw.) oder unimodal (optisch oder akustisch usw.) sein. Hieraus ergeben sich unterschiedliche sensomotorische Beanspruchungen bei der Wahrnehmung von Daten. Die Multimodalität oder Unimodalität sagt allein jedoch noch nichts aus über die qualitative Vielschichtigkeit oder Eindeutigkeit der Wahrnehmbarkeit von Daten. Auch multimodale Daten können eindeutig sein bzw. auch digitale und diskursive Daten können eine multimodale Gestalt haben (visuell wahrnehmbare Zahlen und akustische oder haptisch wahrnehmbare Signale).
- Anstelle und neben der technischen Ergänzung realer Daten durch beschreibende Daten, können reale Daten technisch auch ‚nur‘ vermittelt wie beispielsweise akustisch verstärkt, räumlich verbreitet usw. werden. Bei der technischen Vermittlung bleibt im Unterschied zur Beschreibung die sinnlich wahrnehmbare Gestalt realer Daten im Prinzip erhalten. In der Praxis kann es dabei jedoch zu technisch bedingten Selektionen und Verzerrungen kommen. Ein bekanntes traditionelles Beispiel hierfür ist die Übertragung der Stimme beim Telefonieren. Aktuell sind hierfür die Videokonferenzen ein Beispiel. Trotz Erweiterung der sinnlichen Wahrnehmbarkeit kommt es zu Eingrenzungen des Wahrnehmungsfeldes und zur Aus- und Eingrenzung informeller Kontakte und impliziter Informationen.
- Anstelle und neben beschreibenden Daten kann technisch auch eine Ab- und Nachbildung realer Daten im Sinne einer Simulation bzw. eines Realitätsersatzes erzeugt werden. Da jedoch auch hier Selektionen und Differenzen zu realen Daten unvermeidbar sind, bleibt jeweils offen, ob die Simulation letztlich (nur) als eine eigenständige künstliche Wirklichkeit ohne Bezug auf reale Gegebenheiten wirksam wird oder ob der Realitätsbezug nur im Sinne einer analogen und präsentativen, symbolische Beschreibung wirksam wird bzw. werden kann.

## 2 Folgen der Digitalisierung – Thesen

Auf der Grundlage der dargestellten Differenzierungen und Präzisierungen wird erkennbar, in welcher Weise durch die vorherrschende Entwicklung, Gestaltung und Nutzung der Digitalisierung sowohl die Darstellung von Informationen als auch ihre Wahrnehmung verändert wird. Es werden allgemeine Tendenzen und unterschiedliche Formen des Umgangs hiermit sowie auch mögliche und wünschenswerte Alternativen der technischen Gestaltung fassbar. Sie seien im Folgenden thesenhaft umrissen:

### 2.1 Allgemeine Tendenzen

Durch die Digitalisierung erfolgt eine Verschiebung von realen Daten zu beschreibenden Daten und, damit verbunden, eine Ausweitung expliziter Informationen mittels der digitalen und diskursiven Darstellung von Daten und der wissensbasierten Definition ihrer Bedeutung. Damit verbindet sich eine Verschiebung von einer objektivierenden und subjektivierenden zu einer einseitigen objektivierenden sinnlichen Wahrnehmbarkeit und Wahrnehmung von Informationen. Die sinnliche Wahrnehmung wird auf das möglichst eindeutige und exakte Registrieren von Daten reduziert und als Medium der Bedeutungswahrnehmung und Entschlüsselung weitgehend ausgeschaltet.<sup>16</sup> Das Erkennen der Bedeutung von Daten erfordert primär explizites Wissen und mentale Denkleistungen.

Diese durch die Digitalisierung hervorgebrachte Veränderung von Informationen ist schon sehr viel früher in der Verwissenschaftlichung von Technik und Arbeit und der damit einhergehenden Verdoppelung realer Prozesse durch beschreibende Daten angelegt. Durch die Digitalisierung erreicht diese Entwicklung jedoch ein neues Niveau: die Objektivierung virtueller Daten nimmt zu und zugleich erscheinen sie nicht mehr zusätzlich und ergänzend zu realen Daten, sondern treten zunehmend an deren Stelle. Konkrete Gegebenheiten werden damit in weiten Bereichen nurmehr über die Ebene der Beschreibung zugänglich. Da die mit der Informatisierung einhergehenden beschreibenden Daten primär in Form digitaler und diskursiver Daten auftreten, erfordert das Erkennen ihrer Bedeutung besondere mentale (Denk-)Leistungen. Auch wenn die jeweiligen Sachverhalte und Probleme keine hohen mentalen Anforderungen stellen, so sind gleichwohl permanente kognitive (Denk-)Leistungen notwendig, um zu wissen,

---

<sup>16</sup> Siehe zur historischen Entstehung dieser Sicht auf die Erkenntnisfähigkeit der sinnlichen Wahrnehmung Böhle und Porschen (2012).

worum es sich handelt. Unter Bezug auf unterschiedliche Ausprägungen des menschlichen Gedächtnisses und von Gedächtnisleistungen besagt dies: Es werden primär semantische und deklarativ-explizite mentale Leistungen gefordert, wohingegen das episodische, prozedurale und erfahrungsbezogene Gedächtnis kaum (mehr) angesprochen wird.<sup>17</sup> Dies kann zur geistigen Erschöpfung führen, auch wenn keine geistig anspruchsvollen Aufgaben zu bewältigen sind. Das körperlich-sensomotorische Gedächtnis wird demgegenüber trotz hoher mentaler Anforderungen weiter gefordert, aber zugleich auf das einseitige Registrieren von Sinnesreizen eingegrenzt. An die Stelle qualitativ vielfältiger Wahrnehmungen tritt die quantitative Intensivierung spezieller Sinnesreize. Dies kann zu einer sinnlich-physischen Erschöpfung führen, auch wenn die sinnliche Wahrnehmung keine besondere Wahrnehmungsfähigkeit erfordert.<sup>18</sup>

## 2.2 Subjektive Bewältigung

Die Logik der Digitalisierung setzt sich in der Praxis nicht bruchlos durch, sondern wird durch unterschiedliche Formen des subjektiven Umgangs hiermit gebrochen und modifiziert. Dabei erscheinen vor allem zwei Richtungen subjektiver Strategien bedeutsam. Die Wiedererlangung subjektivierend-erfahrungsbezogenen Wahrnehmens und Erkennens zum einen und die Entkopplung der Virtualität von der Realität zum anderen. Zunächst zu Ersterem.

Je vielfältiger und komplexer die konkreten Gegebenheiten sind, die durch digitale Daten beschrieben werden, umso umfangreicher müssen auch die Daten und das Wissen um die Bedeutung der Daten sein. Dies kann zu einer Informationsüberflutung führen oder/und die Daten und das Wissen sind nicht ausreichend, um die konkreten Gegebenheiten angemessen zu erfassen. In der Praxis werden daher von Fachkräften digitale und diskursive Daten auch als bzw. wie analoge und präsentative Daten wahrgenommen. In Leitwarten erhalten bspw. die Anlagenfahrer\*innen bei Störungen eine Vielzahl von Informationen auf den Monitoren, die sie jedoch unter Zeitdruck weder einzeln wahrnehmen noch analysieren können. Die Fachkräfte orientieren sich daher an wenigen, von ihnen

---

<sup>17</sup> Siehe zu unterschiedlichen Ausprägungen menschlichen Gedächtnisses und von Gedächtnisleistungen bspw. Markowitsch (2012), Welzer (2002) sowie Herbig und Heiden (2023). Siehe zu handlungspraktischen und kognitiven Bedeutung episodischen und körperlich-sensomotorischen Gedächtnis Böhle (2016).

<sup>18</sup> Siehe zu Belastungen durch ‚einfache‘ sensomotorische Anforderungen am Beispiel visueller Beanspruchung bei Bildschirmarbeit Böhle et al. (1998) sowie Tisch und Wischniewski (2022).

ausgewählten Daten und verbinden diese mit Vorstellungen über die konkreten Vorgänge an den technischen Anlagen (s. o.) oder/und nehmen mehrere digitale Daten gleichzeitig als Bild war. Grundlegend hierfür ist ein erfahrungsbezogenes Wissen über die konkreten Gegebenheiten, auf die sich beschreibende Daten beziehen. Damit wird einerseits ein wahrnehmungsbasiertes Verständnis beschreibender Daten möglich und zugleich erfolgt eine Entlastung von rein mentalen, d. h. bewussten verstandesmäßigen explizit deklarativen und semantischen Denkleistungen. Zugleich entstehen aber besondere Beanspruchungen durch die Verbindung und den Abgleich von beschreibenden und realen Daten und deren jeweils unterschiedlichen Qualitäten. Zu berücksichtigen ist dabei, dass das sinnlich-erfahrungsbezogene Wahrnehmen und Verstehen beschreibender Daten durch ihre digitale und diskursive Gestalt nicht unterstützt wird, sondern quasi gegen sie subjektiv entwickelt und praktiziert werden muss.<sup>19</sup>

Eine andere Möglichkeit der mentalen Entlastung besteht in der Wahrnehmung beschreibender Daten als reale Daten. Die beschreibenden Daten treten dabei an die Stelle der Realität und bilden einen eigenständigen Informations- und Handlungsraum. Die Bedeutung beschreibender Daten wird dann nicht mehr auf konkrete Gegebenheiten bezogen, sondern nurmehr auf ihre Positionierung im Verhältnis zu anderen beschreibenden Daten. Dies ist etwa der Fall, wenn in einem Text in dem konkrete Sachverhalte geschildert werden bzw. werden sollen nur darauf geachtet wird, ob die immanente Argumentation schlüssig ist und andere beschreibende Daten berücksichtigt oder widerlegt werden, ohne zu beachten, in welcher damit die realen Sachverhalte, auf die sich der Text bezieht, angemessen erfasst werden. Gegenwärtig ist hierfür die Priorisierung von Kennzahlen und ökonomisch kalkulierbaren Daten bei der Unternehmenssteuerung und Begründung von Entscheidungen ein anschauliches Beispiel. Dieses Phänomen ist nicht völlig neu, sondern schon immer in der Logik geistiger Arbeit angelegt. Durch ihre Entkopplung von der körperlich-praktischen Arbeit, wie dies bspw. bei der Trennung von ausführender und planender Arbeit nach tayloristischem Muster der Fall ist, entsteht zugleich die Möglichkeit bzw. Gefahr, dass zum Gegenstand der Arbeit nurmehr geistige Modelle und nicht (mehr) reale Gegebenheiten werden. In der Wissensarbeit und speziell der wissenschaftlichen Arbeit zählt eine solche Entkopplung von der Realität teils zu einem besonderen Ausweis von Professionalität.<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup> Siehe ausführlicher zu empirischen Belegen Bauer u. a. (2006) sowie weiter unten zur Bewältigung von Unwägbarkeiten.

<sup>20</sup> In Anknüpfung an Luhmann ließe sich dies als Transformation beschreibender Daten in eine selbstreferenzielle Virtualität beschreiben.

## 2.3 Alternativen der Gestaltung

Man könnte die geschilderten Entwicklungen der sinnlichen Wahrnehmbarkeit und Wahrnehmung von Informationen (Daten und ihre Bedeutung) als eine zwangsläufige Folge der Technisierung sehen. Die technische Aufbereitung und Verarbeitung von Informationen hätte dementsprechend zwangsläufig eine Umformung der sinnlich-wahrnehmbaren Qualität von Daten und des Erkennens ihrer Bedeutung zur Folge. Auf der Grundlage der in Abschn. 1 erfolgten Darstellungen erweist sich eine solche Annahme jedoch als Irrtum. Vor allem die folgenden Aspekte erscheinen technisch nicht zwangsläufig, sondern Ausdruck von Strategien bei der Entwicklung, Herstellung und Anwendung der Digitalisierung von Arbeit:

### *Technische vs. menschliche Informationsverarbeitung*

Für die rechengestützte Aufnahme, Weitergabe und Verarbeitung von Daten eignen sich in besonderer Weise beschreibende Daten in digitaler und diskursiver Gestalt. Durch die Digitalisierung werden daher in besonderer Weise solche Informationen forciert bzw. das Verständnis von Information hierauf bezogen und eingegrenzt. Dies entspricht jedoch nur sehr eingeschränkt der menschlichen Wahrnehmung. Es bezieht sich einseitig auf die objektivierende (sinnliche) Wahrnehmung von Daten und die mentale-wissensbasierte Erfassung ihrer Bedeutung. Auch wenn eine subjektivierende Wahrnehmung in der Praxis stattfindet, ist sie technisch weder vorgesehen noch wird sie unterstützt. Für die menschliche Wahrnehmung und Verarbeitung von (technischen) Informationen ist, im Unterscheid zur rechnerstützten Informationsverarbeitung, sowohl eine digitale und diskursive als auch analoge und präsentative Gestalt von Daten notwendig.

### *Das Verhältnis zwischen realen und beschreibenden Daten*

Beschreibende Daten können als informations- und erkenntnisleitende Informationen für menschliches Handeln reale Daten ergänzen, aber nicht ersetzen. Technische Systeme sind daher so zu gestalten, dass auch weiterhin ein unmittelbarer Zugang zu realen Daten möglich ist, bestehen bleibt wie auch geschaffen wird.

### *Technische Vermittlung statt Beschreibung realer Gegebenheiten*

Anstelle der Ergänzung realer Daten durch beschreibende Daten können reale Daten auch technisch vermittelt und hierdurch trotz räumlicher Distanz u. Ä. sinnlich wahrnehmbar sein. Grundlegend hierfür sind neben den bekannten visuellen und akustischen Medien technische Sensoren. Entscheidend ist dabei, dass bei

der technischen Vermittlung keine Transformation in (nur) beschreibende Daten erfolgt, so wie dies bspw. bei der Verbindung von technischen Sensoren mit Messgeräten der Fall ist. Exemplarisch für eine technische Vermittlung, bei der eine vielschichtige und diffuse Wahrnehmbarkeit erhalten und neu eröffnet wird, sind manuell steuerbare Roboter, bei denen eine unmittelbare Übertragung technischer Bewegungen bis hin zu einer taktil-haptischen Rückkopplung mit Gegenständen erfolgt. Wesentlich dabei sind eine handlungsorientierte Eingabe und Ausgabe von Informationen im Unterschied zur Steuerung durch über Tastaturen ausgelöste ‚Befehle‘ oder durch Monitore dargestellte ‚Anzeigen‘.<sup>21</sup> Wie am Beispiel der fotografischen Dokumentation viel diskutiert, ist hier allerdings die Grenze zwischen der Vermittlung realer Daten und der Erzeugung eigenständiger virtueller Daten im Sinne einer Beschreibung fließend und muss in besonderer Weise beachtet werden.

#### *Analoge und präsentative beschreibende Daten und partizipative Technik-Gestaltung*

Auch die mit der Digitalisierung verbundenen beschreibenden Daten können nicht nur als digitale und diskursive, sondern auch als analoge und präsentative Daten dargestellt werden. Exemplarisch hierfür sind bildhafte Darstellungen der Geografie technischer Anlagen und von Prozessverläufen bei denen im Unterschied zu schematischen, funktionsbezogenen Abbildungen vor allem wahrnehmungsbezogene Größenverhältnisse, Entfernungen, Verläufe u. Ä. dargestellt werden. Entscheidend ist dabei der symbolische Charakter solcher analoger und präsentativer Darstellungen und die hierdurch ermöglichte Entwicklung von (sinnlichen) Vorstellungen bzw. Imaginationen über die konkreten Sachverhalte, auf die sie sich beziehen. Welche Darstellung hier im konkreten Fall hilfreich und notwendig wie auch ggf. störend sind, ist in hohem Maße kontext- und nutzerabhängig. Es ist daher speziell hierfür eine Einbeziehung der Nutzer\*innen und eine ‚nutzer\*innenorientierte‘ partizipative Technikentwicklung und -gestaltung notwendig.

#### *Multimodale Gestaltung virtueller Daten*

Die Verwendung bildlicher und akustischer Darstellungen anstelle von Zahlen oder Buchstaben erweitert das Spektrum sinnlicher Wahrnehmung und kann zur Entlastung sinnlich-physischer Beanspruchungen beitragen. Sie garantiert allein aber noch nicht, dass durch die sinnliche Wahrnehmung die Bedeutung von Daten wahrgenommen und erkannt werden kann. Dies ist nur dann der Fall,

---

<sup>21</sup> Siehe hierzu grundlegend Hornecker et al. (2001), Schulze (2001) und Martin (1995).

wenn durch die sinnlich wahrnehmbare Qualität von Daten auch ihre Bedeutung zum Vorschein kommt (s. u.). Die multimodale Gestaltung kann somit zwar zur Minderung physisch-sinnlicher Beanspruchung führen. Eine Entlastung von Beanspruchungen durch mentale (Denk-)Leistungen ist damit jedoch nicht gewährleistet.

### *Simulation*

Die realitätsbezogene Abbildung und Nachbildung konkreter Gegebenheiten, wie sie bspw. durch Simulationen erfolgt, ist kein Ersatz für konkrete Gegebenheiten. Sie ist bzw. bleibt eine Beschreibung und beruht auf beschreibenden Daten. So sind zwar bei einer Vielfalt sinnlicher Wahrnehmbarkeit subjektivierende Wahrnehmungen möglich, sodass z. B. ein Gespür für technisch simulierte Abläufe entwickelt wird. Es bleibt dabei jedoch völlig offen, ob damit Eigenschaften realer Gegebenheiten oder nur Eigenschaften der technischen Simulation erfasst werden. Im Besonderen betrifft dies nicht vorhersehbare Ungewissheiten und Unwägbarkeiten.

### *Bewältigung von Ungewissheiten und Unwägbarkeiten*

In der Praxis treten bei komplexen technischen, organisatorischen und sozialen Prozessen Unwägbarkeiten und Unregelmäßigkeiten auf, die als ‚unknown unknowns‘ bezeichnet werden können.<sup>22</sup> Es ist weder bekannt, ob und wann sie auftreten, noch um was es sich im konkreten Fall handelt und welche Ursachen dies hat. Sie unterscheiden sich daher von Risiken, deren Erscheinungsformen weithin bekannt sind und auf die sich dementsprechend präventive, korrigierende und kompensatorische Maßnahmen im Rahmen des Risikomanagements beziehen können, so wie dies beispielsweise bei Brandgefahren oder Wasserschäden der Fall ist. Die sogenannten ‚unknown unknowns‘ sind demgegenüber Unregelmäßigkeiten, die (erst) beim praktischen Verlauf in geplanten und kontrollierten technischen und organisatorischen Prozessen unerwartet auftreten und sichtbar werden. Ihre Ursachen liegen vor allem im Zusammenwirken unterschiedlicher Einflussfaktoren, die isoliert betrachtet kaum wirksam sind. In ihrem Zusammenwirken können sie sich jedoch wechselseitig verstärken und ‚aufschaukeln‘. Exemplarisch hierfür sind bei komplexen technischen Anlagen externe Einflüsse durch vor- und nachgelagerte Prozesse, Unterschiede bei den verwendeten Materialien bis hin zur Temperatur und Witterung bei im Freien stehenden Anlagen;

---

<sup>22</sup> Vgl. zur Abgrenzung gegenüber Risiken und zur internationalen Diskussion Heidling (2021).

oder es sind interne Einflüsse wie Verschleiß und Verschmutzungen. Des Weiteren können die Ursachen in der technischen und organisatorischen Be- und Verarbeitung liegen oder/und in deren technischer Steuerung, Regulierung, Kontrolle oder Dokumentation. Beispiel für letzteres sind Fehlermeldungen oder fehlerhafte Anzeigen infolge defekter elektrischer Leitungen oder Sensoren u. Ä. So wird es in der Praxis notwendig, dass qualifizierte Fachkräfte in die Prozesse eingreifen und ‚gegensteuern‘, um umfangreiche Störungen wie Stillstände und Qualitätsmängel oder auch Unfälle bis hin zu Explosionen zu vermeiden. Was hierbei jedoch im konkreten Fall zu tun ist und getan werden kann, ist ebenso unbekannt wie das Auftreten der Unregelmäßigkeiten und ihrer Ursachen. Da zudem zumeist unter Zeitdruck gehandelt und entschieden werden muss, sind systematische Analysen und umfangreiche Untersuchungen nicht möglich. Ein wissensbasiertes objektivierendes Handeln gerät daher an Grenzen, und es muss auf ein erfahrungsgelitet subjektivierendes Handeln umgestellt werden. Es wird notwendig, sich explorativ und im Kontakt mit den Prozessen interaktiv an wirksame Interventionen heranzutasten und (erst) durch praktisches Handeln zu erkunden, was zu tun ist und was getan werden kann. Dabei ist und wird es notwendig, situativ auch solche Informationen zu eruieren, die nicht ex ante technisch als orientierungs- und erkenntnisleitende Informationen ausgewiesen und definiert werden. Neben der Verfügbarkeit beschreibender Daten ist hierfür vor allem ein Zugang zu realen Daten und ihrer subjektivierenden Wahrnehmung erforderlich. Da nicht ex ante sicher ist, welche Daten mit welchen Bedeutungen hilfreich sind, muss ihre Wahrnehmbarkeit vielschichtig und ihre sinnliche Wahrnehmung offen sein, um die in ihnen enthaltenen impliziten Bedeutungen kontext- und situationsbezogenen zu erkennen. So wird es möglich, an sich verändernden Gerüchen, Temperaturen, Verfärbungen, Vibrationen, Geräuschen u. Ä. Hinweise auf die Ursachen von Unregelmäßigkeiten, wie aber auch den Erfolg von Interventionen zu gewinnen. Bei der Orientierung an beschreibenden Daten erweisen sich in solchen Situationen vor allem analoge und präsentative Darstellungen als hilfreich, da ihre Bedeutung unmittelbar sinnlich erfasst werden kann und Rückschlüsse auf die Sachverhalte, auf die sie sich beziehen ermöglichen. Auch hier erweisen sich vielschichtig wahrnehmbare Daten mit impliziten Bedeutungen wichtig, da sie dafür offen sind, (erst) im praktischen Handeln situations- und kontextbezogen als handlungs- und erkenntnisleitende Information ‚entdeckt‘ zu werden. Ein in gewisser Weise klassisches Beispiel hierfür ist die Orientierung am Zeigerstand (anstelle von Messzahlen) bei einer Vielzahl von technischen Anzeigen in traditionellen Leitwarten der Prozessindustrie (Energieversorgung, Stahl-

und Chemieindustrie usw.). Mit ‚einem Blick‘, ‚blitzschnell‘ ohne ‚langes Nachdenken‘ war es hierdurch beispielsweise möglich zu erkennen, ob und an welcher Stelle an den Anlagen Unregelmäßigkeiten auftreten und wirksam werden.<sup>23</sup>

Vor diesem Hintergrund wird eine besondere Paradoxie und Widersprüchlichkeit der Digitalisierung sichtbar: Die mit der Digitalisierung einhergehende und durch sie (technisch) forcierte Erfassung und Darstellung von Informationen grenzt zugleich Informationen aus, die erforderlich sind, um die Funktionsfähigkeit technischer, organisatorischer und sozialer Prozesse durch menschliche Arbeit zu gewährleisten. Die Ausrichtung der mit Digitalisierung verbundenen Erfassung und Darstellung von Informationen nicht nur an der rechnergestützten Verarbeitung, sondern auch an der menschlichen Wahrnehmung und Wahrnehmungsfähigkeit erweist sich daher nicht nur als Zugeständnis an eine humane Arbeits- und Technikgestaltung, sondern vor allem auch als ein Funktionserfordernis der technischen Systeme selbst. Sie sind auch bei fortschreitender Automatisierung ohne menschliche Arbeit nicht funktionsfähig und müssen daher auch hieran angepasst werden, und nicht umgekehrt. Umso mehr gilt dies, wenn die auf Digitalisierung beruhenden technischen Systeme nicht als sich selbst regulierende Systeme, sondern als Assistenzsysteme, Werkzeuge oder kooperative und kooperierende Akteure konzipiert werden oder/und Unwägbarkeiten nicht nur eher verdeckt und unerwartet in der Praxis sichtbar werden, sondern als ein strukturelles Merkmal der jeweiligen Prozesse wie etwa in der technischen Entwicklung oder bei personenbezogenen Dienstleistungen erkannt und anerkannt sind.<sup>24</sup>

### 3 Ausblick

Es wurde versucht ein begrifflich-konzeptuelles Instrumentarium vorzustellen, mit dem sich die Anforderungen, die sich dabei speziell an die Erfassung und Darstellung von Informationen ergeben, zu bestimmen und zu diskutieren. Es bleibt weiteren Untersuchungen überlassen, genauer zu klären, wie sich dies nicht nur in

---

<sup>23</sup> Die hier exemplarisch am Beispiel komplexer technischer Anlagen beschriebenen Ungewissheiten und Unwägbarkeiten sowie das zu ihrer Bewältigung notwendige und praktizierte Arbeitshandeln findet sich in einer je spezifischen Ausprägung sowohl in unterschiedlichen Bereichen industrieller Produktion als auch in der technischen Entwicklung, in der Verwaltung, im Verkehrswesen und in besonderer Weise bei Dienstleistungen. Sie hierzu ausführlich die Dokumentation der Ergebnisse von Untersuchungen unterschiedlicher Sozialwissenschaftler\*innen (vgl. Böhle 2017).

<sup>24</sup> Vgl. Böhle und Huchler (2017) und Huchler (2018).

verschiedenen, sondern im Unterschied etwa zur Steuerung technischer Anlagen neuartigen und bisher wenig beachteten Anwendungsgebieten der Digitalisierung zeigt. Die Arbeit in digital vernetzten Systemen zählt hierzu. Vernetzung erscheint im Zusammenhang mit Digitalisierung keineswegs als neuartig und wenig beachtet. Doch gleichwohl trifft dies auf die spezifischen Anforderungen und Veränderungen, die sich aus der mit der Digitalisierung verbundenen und durch sie hervorgebrachten, sowie möglichen Vernetzung für menschliche Arbeit ergeben, zu.

## Literatur

- Aicher, O. (1991): Analog und digital. Schriften zur Philosophie des Machens, Berlin: Ernst & Sohn.
- Bauer, H.; Böhle, F.; Munz, C.; Pfeiffer, S.; Woicke, P. (2006): Hightech-Gespür. Erfahrungsgeleitetes Arbeiten und Lernen in hochautomatisierten Arbeitsbereichen. Schriftenreihe des Bundesinstituts für berufliche Bildung, Bielefeld: Bertelsmann.
- Böhle, F. (2001): Sinnliche Erfahrung und wissenschaftlich-technische Rationalität – ein neues Konfliktfeld industrieller Arbeit. In: Lutz, Burkart (Hrsg.): Entwicklungsperspektiven von Arbeit, Berlin: De Gruyter, S. 113–131.
- Böhle, F. (2016): Körpergedächtnis jenseits von sensomotorischer Routine und nur subjektiver Bedeutsamkeit. In: Heinlein, Michael; Dimbath, Oliver; Schindler, Larissa; Wehling, Peter (Hrsg.): Der Körper als soziales Gedächtnis, Wiesbaden: Springer VS, S. 19–47.
- Böhle, F. (2017): Arbeit als Subjektivierendes Handeln. Handlungsfähigkeit bei Unwägbarkeiten und Ungewissheit, Wiesbaden: Springer VS.
- Böhle, F.; Rose, H. (1992): Technik und Erfahrung. Arbeit in hochautomatisierten Systemen. Frankfurt und New York: Campus.
- Böhle, F.; Milkau, B. (1988): Vom Handrad zum Bildschirm – Eine Untersuchung zur sinnlichen Erfahrung im Arbeitsprozeß, Frankfurt a. M. u. a.: Campus.
- Böhle, F.; Porschen, S. (2012): Verwissenschaftlichung und Erfahrungswissen. Zur Entgrenzung, neuen Grenzziehungen und Grenzüberschreitungen gesellschaftlich anerkannten Wissens. In: Wengenroth, Ulrich (Hrsg.): Grenzen des Wissens – Wissen um Grenzen, Weilerswist: Velbrück, S. 154–192.
- Böhle, F.; Huchler, N. (2017): Cyber-Physical Systems and Human Action. A Re-Definition of Distributed Agency between Humans and Technology, Using the Example of Explicit and Implicit Knowledge. In: Song, Houbing; Rawat, Danda B.; Jeschke, Sabina; Brecher, Christian (Hrsg.): Cyber-Physical Systems: Foundations, Principles and Applications, London: Academic Press, S. 115–127.
- Böhle, F.; Weishaupt, S.; Hätscher-Rosenbauer, W.; Fritscher, B. (1998): Tätigkeitsbezogene Sehschulung – Ein zukunftsweisender Ansatz zur Förderung der Gesundheit bei visueller Beanspruchung am Arbeitsplatz, München.
- Böhme, G. (1980): Alternativen der Wissenschaft. Frankfurt: Suhrkamp.
- Heidling, E. (2021): Erfahrungswissen in der Projektarbeit. In: Bolte Annegret; Neumer Judith. Lernen in der Arbeit. Augsburg: Rainer Hampp. S. 49–64

- Heinlein, M.; Huchler, N.; Wittal, R.; Weigel, A.; Baumgart, T.; Niehaves, B. (2021): „Erfahrungsgeleitete Gestaltung von VR-Umgebungen zur arbeitsintegrierten Kompetenzentwicklung: Ein Umsetzungsbeispiel bei Montage- und Wartungstätigkeiten“. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* 75, Nr. 4: 388–404.
- Herbig, B.; Heiden, B. (2023): Das Arbeitsgedächtnis als limitierender Faktor mentaler Belastung bei digital vernetzter Arbeit: Annäherung an eine mentale Dauerbelastungsgrenze. In: Heinlein, M.; Neumer, J.; Ritter, T. (Hrsg.): *Digital vernetzte Arbeit – Merkmale und Anforderungen eines neuen Typus von Arbeit*. Wiesbaden: Springer VS
- Hornecker, E.; Robben, B.; Bruns, W. F. (2001): Technische Spielräume: Gegenständliche Computerschnittstellen als Werkzeug für erfahrungsorientiertes, kooperatives Modellieren. In: Matuschek, Ingo; Henninger, Annette; Kleemann, Frank (Hrsg.): *Neue Medien im Arbeitsalltag: Empirische Befunde – Gestaltungskonzepte – Theoretische Perspektiven*, Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, S. 193–218.
- Huchler, N. (2018): Die Grenzen der Digitalisierung. Begründung einer Arbeitsteilung zwischen Menschen und Technik und Implikationen für eine humane Technikgestaltung. In: J. Hofmann (Hrsg.) *Arbeit 4.0-Digitalisierung, IT und Arbeit* Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 143–162
- Langer, S. (1965): *Philosophie auf neuem Wege – Das Symbol im Denken, im Ritus und in der Kunst*, Berlin: S. Fischer.
- Leonardi, P.; Barley S. (2012): The Lire of the Virtual Organ. *Sci23*(5): 1485–1504
- Markowitsch, H. J. (2012): *Dem Gedächtnis auf der Spur: Vom Erinnern und Vergessen*, Darmstadt: Primus.
- Martin, H. (Hrsg.) (1995): *CeA – Computergestützte erfahrungsgeleitete Arbeit*, Berlin: Springer.
- Merleau-Ponty, M. (1966): *Phänomenologie der Wahrnehmung*, Berlin: De Gruyter.
- Pfeiffer, S. (2001): *Information@Work: Neue Tendenzen in der Informatisierung von Arbeit und vorläufige Überlegungen zu einer Typologie informatisierter Arbeit*. In: Matuschek, Ingo; Henninger, Annette; Kleemann, Frank (Hrsg.): *Neue Medien im Arbeitsalltag: Empirische Befunde – Gestaltungskonzepte – Theoretische Perspektiven*, Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, S. 237–255.
- Rowley, J. (2006): The Wisdom Hierarchy: Representations of the DIKW Hierarchy: *Journal of Information Science*, 33 (2), S. 163–180.
- Schmiede, R. (1996): *Informatisierung und gesellschaftliche Arbeit: Strukturveränderungen von Arbeit und Gesellschaft*. In: *WSI-Mitteilungen*, 49 (9), S. 533–544.
- Schmitz, H. (2005): *Die Wahrnehmung: Das System der Philosophie*. Bd. III, 5. Bonn: Bouvier.
- Schmitz, H. (1994): *Neue Grundlagen der Erkenntnistheorie*. Bonn: Bouvier.
- Schröter, J.; Zons, A. (Hrsg.) (2004): *Analog/Digital – Opposition oder Kontinuum? Zur Theorie und Geschichte einer Unterscheidung*, Bielefeld: transcript.
- Schulze, H. (2001): *Erfahrungsgeleitete Arbeit in der industriellen Produktion: Menschliche Expertise als Leitbild für Technikgestaltung*. In: *Soziologische Revue*, 26 (3), S. 338–344.
- Tisch, A.; Wischneswki, S. (2022): *Sicherheit und Gesundheit in der digitalisierten Arbeitswelt. Kriterien für eine menschengerechte Gestaltung*, Baden-Baden: Nomos.
- Vogel, M. (2022): „Das kleine Computerlexikon von Dipl.-Ing. Martin Vogel“: <https://martinvogel.de/lexikon/>. Letzter Zugriff: 15.11.2022

- Welzer, H. (2002): *Das kommunikative Gedächtnis: Eine Theorie der Erinnerung*, München: Beck.
- Zins, C. (2007): Conceptual Approaches for Defining Data, Information and Knowledge. In: *Journal for the American Society for Information and Technology*, 58 (4), S. 479–493.