

Zur Methodologie sozio-technischer Informationssystem- und Arbeitsgestaltung: Erkenntnistheoretische Überlegungen zum Einsatz von Design Science im Kontext der Entwicklung von Informationssystemen

Christian Stary, Klaus Fuchs-Kittowski

Abstract

In this article, we review epistemological constructs of design science and the related approach to unlocking requirements for practice-oriented solutions in organisational contexts and design cycles aligned with them. We use some insights from recent research on realism and truth to develop a more reflective position on human-centred technology design in the context of work processes.

Keywords/Schlüsselwörter

Human-centred digitalization, Design science, Epistemology, Information systems, Socio-technical system development, Realism

Humanzentrierte Digitalisierung, Design Science, Erkenntnistheorie, Informationssysteme, sozio-technische Systementwicklung, Realismus

1 Einleitung

Mit der strategischen Konzeption von „Industrie 4.0“, mit der neuen Phase der globalen, digitalen Netze, des „Internet der Dinge“ und der „cyber-physischen Systeme“ wird eine neue Etappe der Digitalisierung bzw. Automatisierung und damit der Ersetzung, Neusetzung und Modifikation menschlicher Tätigkeiten angestrebt und schrittweise erreicht. Es wird erneut der Anspruch erhoben, neue Horizonte flexibel automatisierter Wertschöpfung zu eröffnen. Technisch soll das diesmal mittels konnektionistischer Künstlicher Intelligenz, Maschinenlernen, Robotik, Big Data und schneller Netzkommunikation in Verbindung mit aktuellen Entwicklungen in der Softwaretechnik erreicht werden.

Es zeigt sich, dass bei der gegenwärtigen gewaltigen Steigerung der Rechenleistung und Erhöhung der Speicherkapazität der digitalen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) und der damit verbundenen vielfältigen, oftmals unerwarteten neuen und integrativen Einsatzmöglichkeiten der IKT, neue Probleme auftreten, aber auch viele Grundprobleme der Informatik und des IKT-Einsatzes bestehen geblieben sind, alte Probleme folglich ‚nur‘ in neuer Form auftreten. Dies gilt insbesondere bezüglich der sozio-technischen Gestaltung der Arbeitswelt, für die dafür erforderliche Methodologie einer am Menschen orientierten Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung – siehe beispielsweise die erweiterten Möglichkeiten von Office Support Software.¹

Es stellt sich wie zuvor, jetzt erneut und noch dringender die Frage nach dem Wesen der Digitalisierung bzw. Automatisierung, ihrem Verständnis als einen sozialen und gesellschaftlichen Prozess, nach der dementsprechend ausgerichteten Umsetzungskonzeption, nach einer am Menschen, an der Entfaltung seines Arbeitsvermögens orientierten Gestaltung von digitalen Systemen in Einheit mit einer an Produktivität und Agilität orientierten Organisationsentwicklung, Arbeits- und Technikgestaltung. Dabei rückt in Forschung und Entwicklung der Informatik bzw. Wirtschaftsinformatik der Umgang mit grundlegenden Konzepten wie Organisation, Information, Algorithmus, Aufgaben und Aktivität als Ausdruck menschlichen Handelns in den Mittelpunkt. Der erkenntnistheoretische und schließlich ethisch begründbare Umgang mit diesen Konzepten und Begriffen der Anwendung wird somit zum Teil der Informatik bzw. Wirtschaftsinformatik als angewandter Disziplin. Die Auseinandersetzung mit dem Einsatz von Technik und Strukturen, wie Modelle von Arbeitsabläufen, und zwar aus unterschiedlichen Perspektiven (Arbeitsorganisation, Sprachwissenschaften,

¹ Vgl. https://www.forba.at/wp-content/uploads/2021/04/Handout_Riesenecker_April2021.pdf

Wissensmanagement etc.) ist somit inhärenter Bestandteil ihrer selbst. Dies inkludiert die Hinwendung zum Menschen in seiner Gesamtheit als kreativ tätiges Wesen in seiner Umwelt (vgl. Stary/Fuchs-Kittowski 2020).

Das erkenntnistheoretische Anliegen sozio-technischer Systemgestaltung mit Methoden und Werkzeugen der Informatik/Wirtschaftsinformatik beschäftigt sich mit dem Verhältnis von Modellen als Ausschnitt der wahrnehmbaren Realität und deren Umsetzung mittels digitaler Systeme zu den Abläufen und Strukturen der realen Welt und der damit verbundenen menschlichen Handlungspraxis. Der Umgang mit diesem Verhältnis findet sich in Konzepten und methodischen Herangehensweise an die Gestaltung und Entwicklung sozio-technischer Informationssysteme wieder. Sie prägen das Selbstverständnis der Informatik und Wirtschaftsinformatik sowie die Nutzung ihrer Erkenntnisse und Systeme. Erkenntnistheoretische Überlegungen helfen zu reflektieren und zu elaborieren, welchen Zugang Entwickler und Nutzer von der Wahrnehmung bis zum Durchdringen des Wesens von Dingen und Ereignisse, Strukturen und Prozessen auszeichnen bzw. haben können oder sollen (vgl. ebenda).

Im Spannungsfeld zwischen technisch Machbarem und sozial Wünschenswertem bewegt sich die künftige Entwicklung zwischen einer technik-zentrierten Perspektive, die lebendiges Arbeitsvermögen weitgehend nachzuahmen und zu ersetzen trachtet, und einer praxisorientierten Perspektive, der zufolge sich die Gestaltung von Computersystemen und Organisationsformen an der Entfaltung lebendigen Arbeitsvermögens orientiert. Ist bei der ersten Perspektive der Verlust praktischer, für den Störfall aber benötigter Handlungskompetenz zu befürchten, so zielt die zweite Perspektive auf die menschengerechte, partizipativ-reflexive Gestaltung von Organisationsformen, Arbeitsaufgaben, technischen Arbeitsmitteln und ihren Interaktionsformen mit dem Fokus auf Entfaltung praktischer Handlungskompetenz in agilen Organisationen ab. Dabei werden insbesondere Fragen nach angemessener Funktionsteilung zwischen Menschen und Automat, nach Transparenz und Nachvollziehbarkeit selbsttätiger Abläufe sowie nach Möglichkeiten und Bedingungen menschlichen Eingriffs vordringlich. In diesem Kontext erhält die Frage nach der Methodologie der Softwareentwicklung und der ihr zugrunde liegenden Epistemologie erneute Aktualität (vgl. Brödner/Fuchs-Kittowski 2020; Fuchs-Kittowski/Stary 2022).

In der Folge soll ein mittlerweile etablierter Ansatz zur Gestaltung und Entwicklung von Informationssystemen orientierter Ansatz, der Design Science-Based Research oder kurz Design Science Ansatz, nach erkenntnistheoretischen Konstrukten und der damit verbundenen Vorgehensweise zur Erschließung human-zentrierter Unterstützung untersucht werden. Wir nutzen die Erkenntnisse der neueren Forschung zum Realismus, um eine reflektierte Position zur humanzentrierten Technologiegestaltung im Kontext von Arbeitsprozessen zu entwickeln.

2 Design Science als Ansatz zur Entwicklung sozio-technischer Systeme

Design Science in Information Systems Research (vgl. Hevner et al. 2004) oder kurz Design Science hat in den letzten Jahren vermehrt an Bedeutung in der Wirtschaftsinformatik gewonnen. Sein dualer und iterativer Charakter in Bezug auf sozio-technische Entwicklung von Artefakten bei gleichzeitiger Berücksichtigung von Theorien bzw. grundlegenden Konzepten begünstigt die schrittweise abgesicherte Entstehung von Lösungen, selbst bei Veränderungen der Ausgangslage. Die Methodologie orientiert sich an mehreren Prinzipien:

- *Motivation des Anliegens und Ableitung von Anforderungen an Lösung*: Ein Design Science-Projekt sollte ein existierendes Problem individueller oder kollektiver Handlungspraxis lösen.
- *Bestimmung eines Gestaltungsgegenstandes (Artefakts)*: Im Gegensatz zur traditionellen technischen Systementwicklung kann das Ergebnis auch eine Methode, ein Modell, eine

Dienstleistung oder (digitales) Produkt sowie eine Kombination von Ergebnissen unterschiedlichen Typs sein. Wesentlich ist allerdings, gemäß dem Anspruch von Design Science, ein Problem der Handlungspraxis in einem organisationalen Kontext zu lösen, und dies am Ergebnis nachweislich mit praktischem Nutzen zu belegen.

- *Design inkludiert die Gestaltung, die Demonstration und Evaluierung und erfolgt in Zyklen:* Dabei wird über die Granularität der Design-Zyklen keine Aussage getroffen. Ob das Ergebnis das Problem löst, ist im Rahmen jedes Zyklus praktisch zu demonstrieren und entsprechend der vor dem Zyklus fest zu legenden Anforderungen zu evaluieren.
- *Das Vorgehen muss dem Ablauf wissenschaftlichen Arbeitens entsprechen:* Sowohl bei der Ableitung von Anforderungen und der Entwicklung von Lösungsansätzen als auch der Evaluierung von Ergebnissen sind etablierte Methoden korrekt anzuwenden. Darüber hinaus ist der bestehende Stand an Wissen zu erheben und zu berücksichtigen.
- *Berücksichtigung und Weiterentwicklung von Theorien und Konzeptbildungen:* Gemäß der Forschungsorientierung sollte neben der Entwicklung einer Lösung zu einem Anliegen der Praxis ein Beitrag zur Konzept- bzw. Theorienbildung geleistet werden. Dies kann durch Zugrundelegung einer bestimmten Theorie oder/und durch die Entwicklungsarbeit an einer Theorie erfolgen.
- *Zeitlich-inhaltliche Offenheit der Entwicklung:* Ein erzielttes Ergebnis mit Hilfe eines Design-Zyklus kann inkrementell in weiteren Zyklen weiterentwickelt werden. Dabei können sowohl neue Anforderungen berücksichtigt werden als auch bereits erfüllte alternativ gelöst bzw. kontinuierlich auf Basis neuer Erkenntnisse angepasst werden.
- *Dokumentation und Kommunikation:* Das Anliegen sowie die Ergebnisse sollten geteilt und Interessierten zugänglich gemacht werden. Dem entsprechend sind die jeweiligen Schritte und Ergebnisse zu dokumentieren und der fachlich relevanten Praxisgemeinschaft zur Verfügung zu stellen.

Design Science liefert folglich für die Ableitung von Anforderungen bei einem Anliegen an dessen Lösung eine Bearbeitungsstruktur, die konzeptionelle und praktische Beiträge zu Lösungsfindung bündelt und inkrementell an einem zu bestimmenden Gestaltungsgegenstand bearbeiten lässt.

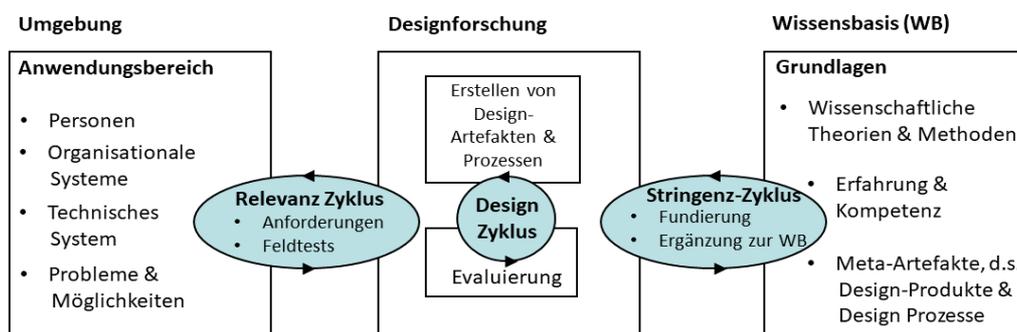


Abbildung 1: Design im Kontext von Relevanz und wissenschaftlicher Güte

Quelle: nach Hevner 2007

Vorgehensmodelle zur Umsetzung von Design Science-basierter Entwicklung sollten einem iterativen Prozess folgen, der durch drei weitere Zyklen charakterisiert wird: Relevanz-, Design- und wissenschaftlicher Güte-Zyklus (vgl. Hevner 2007). Der Relevanz-Zyklus bezieht sich auf die Anwendungsdomäne im Sinne der Unterstützung von dort verankertem Arbeitshandeln, und ihre aktuellen Potenziale und Probleme. Relevante Anliegen zeichnen sich dadurch aus, dass sie aus einem Anwendungsgebiet als Ausgangspunkt der forschungsgeleiteten Entwicklung Problemlagen und Potenziale erfassen. Je konkreter dies erfolgt, desto konkretere Bewertungskriterien können für die Gestaltungsansätze abgeleitet werden. Der Anwendungsbereich selbst wird durch das Zusammenspiel von Menschen, organisatorischen und technischen Systemen bestimmt.

Die iterative Gestaltung von Artefakten sollte nach den Gütekriterien wissenschaftlichen Arbeitens erfolgen, sodass relevante Themen auch mit entsprechender Genauigkeit und Qualitätssicherung bearbeitet werden. Dies impliziert die Nachvollziehbarkeit jeder Aktivität zu Erreichung von Lösungsansätzen entlang des Design Science-Prozesses. Somit verknüpft der Relevanzzyklus das Umfeld eines Vorhabens mit den Kernentwicklungsaktivitäten, während der Gütezyklus diese Aktivitäten mit einer für die Bearbeitung des Anliegens relevanten Wissensbasis verbindet. Der Design-Zyklus iteriert zwischen den Kernentwicklungsaktivitäten, und zwar der Gestaltung und Evaluierung von Artefakten.

Das Vorgehensmodell nach Ken Peffers et al. (vgl. Peffers et al. 2007) ermöglicht Arbeitsgestaltung, wie sich am Beispiel von Additiver Fertigung Vorhaben in Makerspaces zeigen lässt (vgl. Kaar/Stary 2021; siehe Abbildungen 2 und 3). Die aus dieser Studie gewonnenen Erkenntnisse zeigen nicht nur, wie neuartige Wertschöpfungsketten erprobt werden können, sondern welche Strukturen gemäß Design Science die aktive Erschließung neuartiger Arbeitsprozesse unterstützen. Im gegenständlichen Fall organisieren die Durchführenden eines additiven Fertigungsprozesses den von einem Mentor unterstützten Lernablauf selbst. Auch das Vorhaben wird durch die Interessen einer Person an additiver Fertigung ausgelöst. Es beginnt mit der systematischen Entwicklung eines konkreten Ziels, der Definition von Meilensteinen sowie zu erwartender Unterstützung und reicht bis zur Reflexion von Ergebnissen.

Im Rahmen der Bestimmung der Ausgangslage (siehe links unten in Abbildung 2) werden Kompetenzen sowie die Generierung von Wissen angesprochen: Wissen bezieht sich auf Erfahrung und grundlegendes Verständnis, sowie dessen Anwendung. Diese befähigt Lernende bzw. Personen der additiven Fertigung, ein Artefakt durch informierte Nutzung zu planen und anhand von Design-Zyklen zu entwickeln. Innovation zielt schließlich auf neuartige Entwicklungen durch additive Fertigungstechnologien ab.

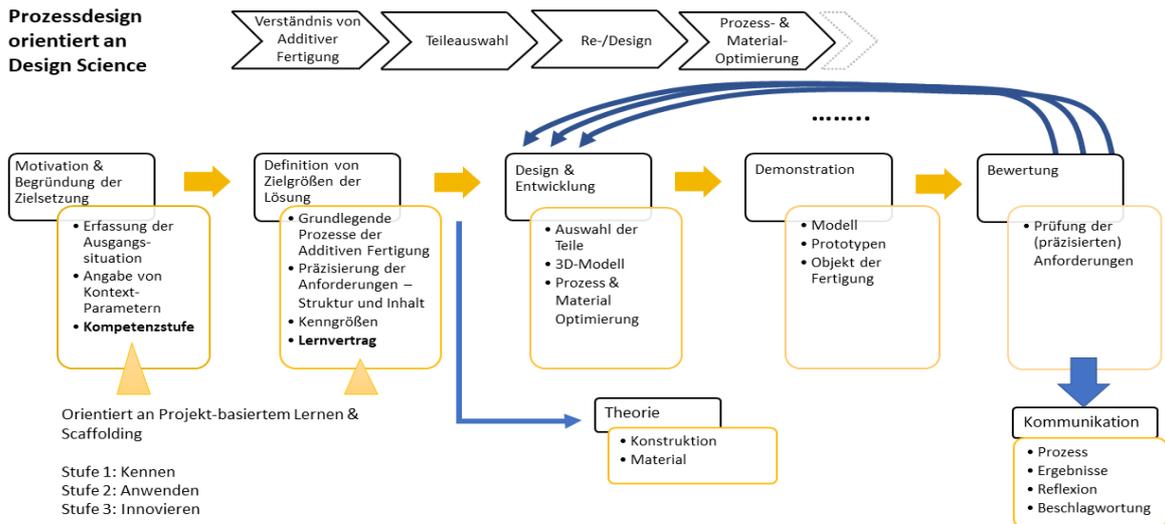


Abbildung 2: Design Science Entwurfs-Zyklen in pragmatischem Kontext

Quelle: aus Kaar/Stary 2021

Um die Aktivitäten im Projekt zu strukturieren und die Fähigkeiten zur Durchführung von additiven Fertigungsschritten zu vermitteln bzw. zu erwerben, wird zwischen allen Projektmitgliedern und einem Projektverantwortlichen ein Lernvertrag ausgehandelt. Er wird dokumentiert und von allen Parteien nachweislich akzeptiert. Die dokumentierten Vereinbarungen und Lernergebnisse bilden auch die Grundlage für die Bewertung der Projektergebnisse.

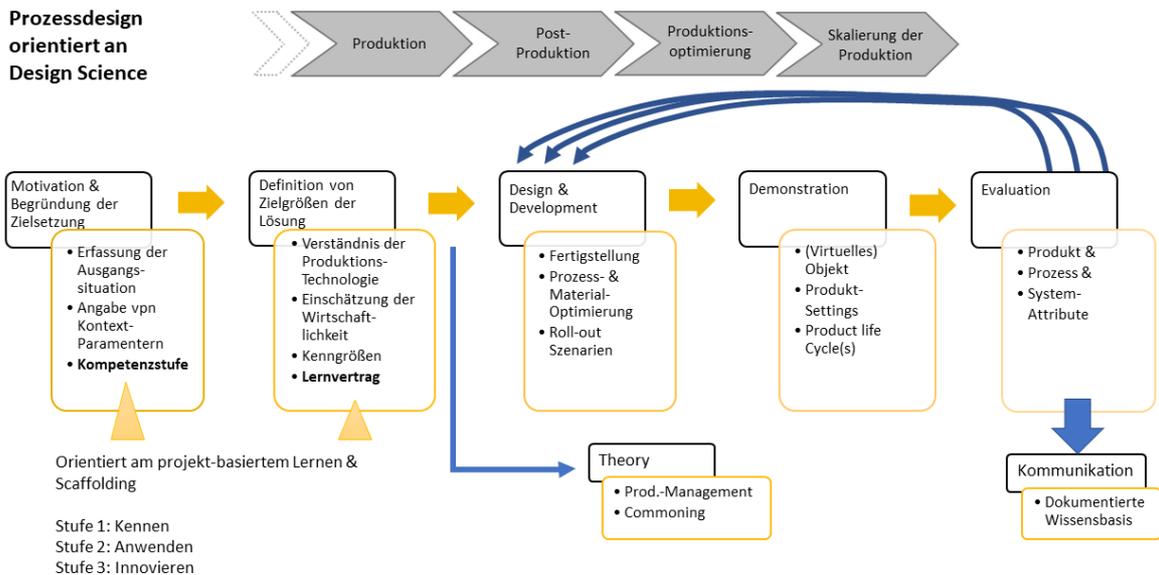


Abbildung 3: Nachbearbeitung produzierter Werkstücke

Quelle: aus Kaar/Stary 2021

Ein Lernvertrag besteht dabei aus Daten zur Projektorganisation, wie Name des Projekts, Dauer, Anforderungen etc., Kompetenzniveau, Ziele des Vorhabens einschließlich ihrer Begründung, und inhaltliche Tätigkeiten in Bezug auf technische Arbeiten (Konstruktion, Material, Produktion) und (Forschungs-)Recherche. Die Aktivitäten des Design-Zyklus umfassen Arbeiten mit bereitgestellten Inhalten: Erarbeiten der zum Projekt gehörenden Inhalte. Diese Inhalte stehen den NutzerInnen des Makerspace während ihres Projektverlaufs zu additiver Fertigung und danach zum Selbststudium in Form von Videos, multimedialen Dokumenten, zusätzlichen Ressourcen und Beispielen zur Verfügung. Üblicherweise werden Inhalte in einzelnen Phasen vor dem sozialen Austausch studiert. Sie werden nach projektspezifischen Fragen (an Moderatoren oder Peers) für eine effektive Wissensgenerierung aufbereitet.

Durch das aktive Projektmanagement erwerben die Durchführenden im Rahmen der Projektarbeit Kompetenzen in der Planung, Kalkulation, Durchführung, Bewertung und Bewertung von Projekten zur additiven Fertigung. Bei Unterstützungsbedarf können neben Peers auch der Facilitator oder MentorIn sowie gegebenenfalls ExpertInnen kontaktiert werden. Der Lernvertrag bietet darüber hinaus eine Struktur zur Evaluation und Reflexion, einschließlich des Lernprozesses selbst und damit metakognitive Elemente. Der Wissensaustausch erfolgt neben persönlichen Treffen von Peers, MentorInnen oder Moderatoren durch Workshops und Dokumentationen, die mit praktischen Projektaufgaben verknüpft sind. Jedes Projekt wird in einer gemeinsam zugänglichen Wissensbasis dokumentiert, sowohl aus Prozess- als auch aus Ergebnissicht. Sowohl der Ablauf eines Projekts als auch die Ergebnisse können zur zukünftigen Entwicklung im Rahmen von Design-Zyklen beitragen und werden daher bewahrt.

3 Wahrheit und Wirklichkeit – Über die Möglichkeit ihres Erkennens

Wie bereits dargestellt ist die Wiedergewinnung des Realismus in Richtung eines konstruktiven Realismus für die Entwicklung und insbesondere Gestaltung der zunehmend digitalisierter Lebenswelten hilfreich (vgl. Stary/Fuchs-Kittowski 2020). Neben der geistes- und sozialwissenschaftlichen Reflexion räumen wir der methodischen Gestaltbarkeit sozio-technischer Systeme einen bedeutsamen Platz ein. Dabei kommt der Frage nach Wahrheit und Wirklichkeit, nach der Möglichkeit die Wirklichkeit zu erkennen, wahre Aussagen über ihr Sein und ihre Entwicklung zu gewinnen, zentrale Bedeutung zu.

Max Delbrück, der Begründer der Molekularbiologie, hat sich in der letzten Periode seines Forscherlebens theoretisch wie experimentell mit Problemen der Erkenntnis beschäftigt. Er schrieb ein wichtiges Buch zum Thema: „Wahrheit und Wirklichkeit – Über die Evolution des Erkennens“ (vgl. Delbrück 1986). Für die Entwicklung der Molekularbiologie war die Wahl eines entsprechenden Forschungsobjektes entscheidend. Es war der Phage. Dann wandte er sich dem Verhalten einfacher Lebewesen zu, um das Phänomen der Wahrnehmung zu analysieren. Das sehr einfache Forschungsobjekt dafür war der Pilz *Phoikomyces*.

Die von ihm durchgeführte Analyse der visuellen Wahrnehmung führte ihn dazu, den anfänglich noch vertretenen naiven Realismus aufzugeben

„und eine mögliche konzeptionelle Verbindung zwischen Gehirn und Verstand anzudeuten. Denn es stellte sich heraus, dass sich diese visuellen Regionen im Gehirn so entwickelt haben, dass sie aus der Eingabe (Input) der Sinne alles herausfiltern, was für die Tiere irrelevant ist.“ (Fischer 1985, S. 249f.)

Vom Gehirn werden die eingehenden Signale zu Strukturen komprimiert und mit Bedeutungen belegt. Die Signale, der visuelle Input wird im Gehirn zur Form mit der größten Bedeutung abstrahiert. Information ist daher nicht als unmittelbare Widerspiegelung (Abbild) zu verstehen, sondern, wie wir mit unserem Informationskonzept herausgearbeitet haben (vgl. Fuchs-

Kittowski 1992, 1997), *der Prozess der Wahrnehmung setzt am Abbild an, dies wird zur Struktur mit Bedeutung abstrahiert* (vgl. Fuchs-Kittowski et al. 1977).

Was wir wirklich dann sehen, sind keine Signale ohne Bedeutung, keine rohen Daten mehr, sondern die Qualitäten eines Objekts, die nach dem Abstraktionsprozess von den Sinnesdaten noch geblieben sind und uns etwas bedeuten. Die Verarbeitung der Sinnesdaten durch diesen Abstraktionsprozess erfolgt unbewusst bzw. vorbewusst und ist daher auch durch Introspektion nicht zu erfassen.

Damit verlässt Delbrück die Position des naiven Realismus und gewinnt einen neuen erkenntnistheoretischen Standpunkt. Der Biograph Peter Fischer hebt hervor, dass Delbrück diesem neuen Standpunkt

„keinen Namen gibt. Er bleibt bei der fundamentalen Annahme einer Welt außerhalb von uns und unabhängig von unserer Erfahrung. Doch nun ist die innere Wirklichkeit eine Konstruktion aus Sinnesdaten, dessen Korrespondenz mit der äußeren Wirklichkeit sich prinzipiell dem Wissen entzieht. Das ‚Ding an sich‘ bleibt unerkannt, wie vor zweihundert Jahren schon Immanuel Kant in der ‚Kritik der reinen Vernunft‘ herausgearbeitet hat.“ (Fischer 1985, S. 250)

Der Molekularbiologe Gunther S. Stent, einer der bekanntesten Schüler von Max Delbrück, schreibt in seiner Einleitung zum Buch „Wahrheit und Wirklichkeit“ ebenfalls, dass Delbrück im Verlauf der Darstellung eine Entwicklung vom naiven Realisten, zu einer Position vollzieht, die er dem Strukturalismus zuordnet, damit also an der Existenz einer realen Welt außerhalb und unabhängig von uns festhält, dass aber unsere innere Wirklichkeit die äußere Wirklichkeit der Dinge im Prinzip nicht erfasst (vgl. Stent 1986).

Dann gilt es u.E. jedoch auf der Grundlage der Erkenntnisse von Delbrück und Stent *sowie einem vertieften Verständnis der Information, auch noch über das agnostizistische Moment des Strukturalismus*, welches unter Berufung auf die „Kritik der reinen Vernunft“ von Immanuel Kant vertreten wird, *zu überwinden*. Stent, mit dem einer der Autoren (Klaus Fuchs-Kittowski) eine ganze Reihe tiefgehender philosophische Diskussionen hatte, sagt über Delbrücks Position auch, dass Wahrnehmung für Delbrück

„Aufnahme und Interpretation von Signalen aus der Umgebung ist und dass diese eine uralte Erfindung der Natur sein muss. Er steigt von der Erkenntnistheorie des naiven Realismus zu der des Strukturalismus auf. Den Strukturalismus verbindet mit dem naiven Realismus der fundamentale Glaube an die Existenz einer realen Welt, die außerhalb von ihm liegt und die unabhängig von seinen Empfindungen ist. Doch, indem er versteht, dass das, was sein Bewusstsein erreicht, eine hochgradig abstrakte Struktur aus transformierten Sinnesdaten ist, erkennt der strukturelle Realist an, dass seine innere Wirklichkeit nur ein Konstrukt ist, dessen wahre Korrespondenz mit der äußeren Wirklichkeit der Dinge im Prinzip nicht erfassbar ist.“ (Stent 1986, S. 20)

Die neueren neurobiologischen Erkenntnisse der abstrakten Wesen der visuellen Wahrnehmung seien demzufolge eine Bestätigung der Position von Kant, dass das „Ding an sich“ für uns unerkennbar bleibt. – Diese agnostizistische Position ist jedoch zu überwinden.

Gegenüber der klassischen Informationstheorie von Claude Shannon haben wir von vornherein geltend gemacht, dass sie von der semantischen und pragmatischen Dimension der Information abstrahiert. Sie ist daher nur eine Signaltheorie. Dies wusste natürlich Shannon selbst sehr wohl, wurde jedoch von vielen Nachfolgern oftmals übersehen. Deshalb gilt es immer wieder, deutlich zu machen, dass die klassische Theorie der Information nur die Aktivität des Senders und nicht die Aktivität des Empfängers sieht. Wird die Aktivität des Empfängers berücksichtigt, sieht man, dass Information keine vorgegebene Struktur ist, sondern ein Verhältnis zwischen Sender und Empfänger und nur als ein solches Verhältnis, nicht als Substanz, existiert. Betrachtet man die Aktivität des Empfängers, dann tritt der geschilderte Verarbeitungs- bzw. Abstraktionsprozess der Signale aus der Umwelt in den Vordergrund. Dies bedeutet jedoch nicht, dass damit die Aktivität des Senders völlig aus dem Blick genommen wird. Vielmehr sind beide Seiten dieses Verhältnisses von Sender und Empfänger zu beachten.

Horst Völz hatte in seinen frühen Arbeiten zu Information diese als „das Getragene“ definiert. Dem hatten wir entgegengehalten, dass die Information als das vom Signal getragene angesehen wird, sie schon von Beginn an gegeben ist, die Aktivität des Empfängers bei der Gewinnung der Information unberücksichtigt bleibt. Wenn alles schon vom Sender her gegeben ist und nur vom Signal herangetragen wird, fallen in der Tat die geschilderten Transformations- und Abstraktionsprozesse weg. Wenn man diese jetzt beachtet, muss dies nicht bedeuten, dass das von dem vom Sender ankommenden Signal gar nichts an den Empfänger herangetragen wird. Den tatsächlichen Beitrag des Senders mit seinen Signalen zum Gesamtgeschehen nennt Horst Völz heute „Informat“ (vgl. Völz 2017).

Der „Informat“, durch den letztlich der Output erfolgt, entsteht durch den Input, die Signale als Informationsträger und die Strukturen und Prozesse im System (vgl. Völz 2018). Die Präzisierung des Informationsverständnisses für die Informatik durch Werner Zorn ist hier ebenfalls zu beachten (vgl. Zorn 2016).

Wenn man also bei der, in der Wissenschaftsgeschichte schwer errungenen, Anerkennung der Aktivität des Empfängers auch anerkennt, dass es weiterhin auch die Signale – die Informationsträger – sind, die zur Wahrnehmung Wichtiges beitragen, ist auch der Agnostizismus, der angibt, dass unsere innere Wirklichkeit keinerlei Referenz zur äußeren Wirklichkeit hätte, überwindbar.

Es ist auch zu prüfen, ob die Einordnung der von Delbrück entwickelten erkenntnistheoretischen Position, die er wohl absichtlich keinen speziellen Namen gibt, wirklich richtig ist. Denn wenn sich Delbrück auf das Kant'sche „Ding an sich“ bezieht, dann im Sinne der biologischen Erkenntnistheorie von Konrad Lorenz. Er stellt sich, wie bei Lorenz, die Frage, wie es kommt, dass die a priori gegebenen Denkkategorien so gut mit den Realkategorien zusammenpassen? Die Antwort darauf hatte Lorenz bereits gegeben, indem er aufzeigte, dass dies das Ergebnis der Evolution des Erkenntnisapparates ist. Was dem Individuum vererbt wird, haben seine Vorfahren gelernt. Dinge, die für das Individuum a priori sind, sind für die Art a posteriori.

Wie nun der Kinderpsychologe Jean Piaget zeigen konnte, sind diese a priori gegebenen Kategorien jedoch erst beim Erwachsenen voll herausgebildet. Kinder nehmen noch anders wahr (vgl. Piaget 1936, 1957). Sie lernen unsere Welt erst in einem, wie Delbrück sagt, dialektischen Prozess zwischen Nervensystem und Umwelt kennen. Piaget nennt seine erkenntnistheoretische Position „hypothetischen Realismus“. Er erkannte, dass die Kant'schen Kategorien sich erst im Verlauf der Kindheit allmählich herausbilden.

Der Strukturalismus als philosophische Richtung hat andere Grundlagen. Er nimmt bekanntlich seinen Ausgangspunkt von den grundlegenden Gedanken des Schweizer Sprachwissenschaftlers Ferdinand de Saussure (1857–1913), die er in seinem Hauptwerk „Cours de Linguistique generale“ von 1916 dargelegt hat (vgl. Brügger/Vigso 2008).

Es geht also um eine strukturelle Sprachwissenschaft, eine wissenschaftstheoretisch-erkenntnistheoretische Position, wie sie von de Saussure zu Beginn des 20. Jh.s entwickelt wurde. Weiterhin gibt es den Strukturalismus als einen Modebegriff, der insbesondere in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts fast alle Bereiche speziell der französischen Kultur beeinflusst hatte. Das wissenschaftliche Konzept des Strukturalismus im Sinne von de Saussure hatte bedeutenden Einfluss auf die Sprachwissenschaft, auf die Semantik bzw. strukturelle Semantik, aber auch auf die Anthropologie und Soziologie.

Von Anthony Giddens wurde der Versuch unternommen, den Strukturalismus durch Aktivierung der Struktur zu überwinden. Dieser Ansatz, in dem Struktur in aktives Handeln, in einen Prozess umschlägt, wurde von Giddens organisationstheoretisch umgesetzt. Diese organisationstheoretische Strukturierungstheorie von Giddens (vgl. Giddens 1988) wurde u.a. von Bernd Pape und Arno Rolf für die Organisationsgestaltung beim Einsatz von IKT fruchtbar gemacht (vgl. Pape/Rolfs 2004).

de Saussure verwendet selbst den Begriff „Strukturalismus“ gar nicht. Er spricht von System. Von der Sprache als System. Mit der strukturellen Methode in der Sprachwissenschaft und dann auch in den anderen Wissenschaften beispielsweise in der Anthropologie, wird deutlich gemacht, dass sich die Vielzahl der Ergebnisse aus einer konkreten Analyse, als einzelne Elemente zu einer Struktur zusammenfassen, verdichten lassen.

Wenn man von Struktur spricht, meint man die Abhängigkeit zwischen den Teilen des Systems als Ganzem und zwischen den Abhängigkeiten der Teile. Die Struktur bildet sich nicht nur aus den Beziehungen zwischen den Teilen, sondern bildet ein Ganzes. Sie ist eine autonome Einheit interner Abhängigkeiten. Diese Einheit wird zum Träger der Bedeutung der Information.

Das steht dahinter, wenn gesagt wurde, dass bei der Wahrnehmung die hereinkommenden Sinnesdaten durch einen Abstraktionsprozesse zu einer Struktur verdichtet werden. Zu einer solchen erkenntnistheoretischen Position gelangen wir auf der Grundlage unseres semiotischen Verständnisses der Information: Information als Trias von Form (Syntax), Inhalt (Semantik) und Wirkung (Pragmatik).

Dieses Verständnis beruht auf Erkenntnissen der Sprachwissenschaft und der Semiotik von Charles S. Peirce. Es wäre jedoch zu kurz gegriffen, wenn damit diese philosophisch-erkenntnistheoretische Position dem Strukturalismus zugeordnet würde. Dies gilt u.E. auch für Delbrück.

In unserem Schema der Struktur-Funktions-Wechselwirkung zum Verständnis der Information und ihrer Entstehung (als verallgemeinerter Hyperzyklus) besteht die Struktur, als Träger der Semantik, aus den geschilderten Abhängigkeiten und nicht nur, wie in der klassischen Systemtheorie, aus den Elementen und den Beziehungen zwischen den Elementen. Als diese Ganzheit wird sie in der komplizierten Wechselbeziehung zwischen Struktur und Funktion zum Träger der Bedeutung (siehe Abbildung 4).

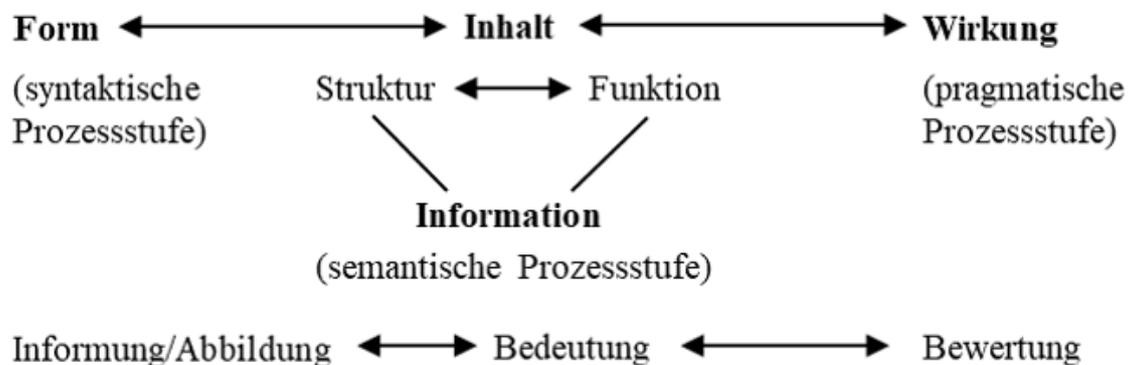


Abbildung 4: Ritualisierung und Funktionalisierung – Struktur-Funktionszusammenhang – vermittelt über Bedeutungen, die erst in der Wechselwirkung im Prozess von Informung (Abbildung), Bedeutung und Bewertung entstehen – Verallgemeinerung des Hyperkreises

Quelle: nach Fuchs-Kittowski 1998²

Information ermöglicht erst organisierte Strukturen, die komplizierte Funktionen realisieren können. Wobei die Information erst durch die Funktion, über die damit erfolgende Bewertung ihre Bedeutung erhält und damit entsteht. Es ist also ein in sich widersprüchlicher Kreisprozess

² Der Begriff des Hyperzyklus wurde von Manfred Eigen im Zusammenhang mit seiner darwinistischen Theorie der Lebensentstehung, zum Verständnis der molekularen Selbstorganisation und Evolution eingeführt; vgl. Eigen 1971.

und wechselseitiger Bedingungsprozess: von Abbildung (Struktur), Interpretation (Bedeutung) und Bewertung (Funktion, Verhalten), der zur Entstehung von Information führt.

Für die Möglichkeit des Erkennens der Wirklichkeit, der Gewinnung wahrer Aussagen über ihr Sein und Werden, bedeutet dies, dass in der praktischen, sinnlichen, die Welt verändernden Tätigkeit, wie Karl Marx es schon in den Thesen zu Ludwig Feuerbach aussagte, dass das Ding an sich ein Ding für uns wird (vgl. Marx 1958).

4 Fachlich und sozial verantwortbarer Technologieeinsatz auf Basis des konstruktiven Realismus‘

Aufbauend auf die oben dargestellten Erkenntnisse zum konstruktiven Realismus wollen wir in diesem Teil der Arbeit zeigen, dass Gestaltungsprozesse sozio-technischer Systeme im Sinne der Design Science einige epistemische Elemente besitzen, deren semantische Erschließung wesentlich für die Systementwicklung ist.

Während Sven Carlsson versuchte, Design Science innerhalb des kritischen Realismus zu verorten (vgl. Carlsson 2019), positionierten Alan R. Hevner et al. Design Science gemäß eines pragmatischen Paradigmas (vgl. Hevner 2007; Hevner et al. 2004). Im Gegensatz zur verhaltensorientierten Wissenschaft beschäftigt sich Design Science nicht mit dem, was ist, d.h. dem Geben wahrheitsgetreuer und abstrahierte Darstellungen einer bereits existierenden Welt, sondern mit dem, was sein könnte. Damit haben die Ergebnisse keinen fundierten erkenntnistheoretischen Charakter wie die Verhaltenswissenschaft, sondern entsprechend der Funktion von Design Science, die wahrgenommene Nützlichkeit, Qualität und Wirksamkeit eines Design-Artefakts stellt den Wahrheitsanspruch.

Zur methodologischen Unterstützung und Reflexion der in Abschnitt 2 erläuterten Prinzipien stellen Hevner und Samir Chatterjee einige Fragen, die zur Erreichung nutzbringender Ergebnisse im Sinne des Design Science-Ansatzes eingesetzt werden können und sollten (vgl. Hevner/Chatterjee 2010). Wir fassen diese mit Bezug zum Wesen des Ansatzes zusammen:

- Was ist die das Vorhaben begründende Forschungsfrage? – Verweis auf forschungsgeliteten Ansatz der Design Science
- Welche Gestaltungsanforderungen leiten sich daraus ab? – Betonung von Gestaltungsaspekten auf Basis festgelegter Anforderungen
- Was ist der Artefakt? Wie lässt er sich anhand der abgeleiteten Gestaltungsanforderungen begründen? Wie wird er dargestellt? – Festlegung des Artefakts als Einstiegspunkt sämtlicher Gestaltungsaktivitäten
- Welche Design-Zyklen ergeben sich aus beteiligten Theorien bzw. Konzepten, den Gestaltungsanforderungen und dem Artefakt? – Die Bestimmung der Granularität kann von unterschiedlichen Faktoren abhängen, insbesondere von Anforderungen, zugrunde gelegten Theorien/Konzeptentwicklung und Zielen des Vorhabens
- Wurde die bestehende Wissensbasis zur Gestaltung der Design-Zyklen und des Artefakts berücksichtigt? – Bezug zu bestehendem Wissen und dem Stand der Forschung
- Welche Implikationen haben die Gestaltungsanforderungen an die Evaluierung und umgekehrt? – Jeder Zyklus sollte diesbezüglich in sich schlüssig sein
- Wie soll das Artefakt in den Anwendungsbereich integriert werden? Eignen sich die Demonstrationen im Rahmen der Design-Zyklen dazu? – Unterstützung der Handlungspraxis als Akzeptanzkriterium und Zielsetzung des Ansatzes
- Wird das im Rahmen der Design-Zyklen generierte Wissen der Wissensbasis hinzugefügt? Welcher Art ist dieses Wissen? – Erfahrungen, Theorien, Konzepte, Methode, Metawissen – sämtliche Arten dienen der Weiterentwicklung

Mit diesen Fragen werden nicht nur methodisch Hinweise zur adäquaten Operationalisierung von Design Science orientierter Forschung und Entwicklung gegeben, sondern auch die

Kontextsensitivität im Sinne der wahrgenommenen Gestaltbarkeit von Artefakten bzw. die Bearbeitung eines Anliegens angesprochen. Im Rahmen seiner Untersuchung zur Design Science-Epistemologie stellt Göran Goldkuhl verschiedene epistemische Typen vor, die sich auf den Entwicklungsprozess und damit die Operationalisierung des Design Science-Ansatzes beziehen (vgl. Goldkuhl 2020). Epistemisches Wissen bezeichnet auch Dinge oder Tatsachen, welche sich auf das Wissen einzelner Personen in einer bestimmten Situation beziehen. Es spricht in diesem Sinn den momentanen Kenntnisstand einer Person zu einem bestimmten Sachverhalt explizit an (vgl. Ausgangspunkt der Gestaltungsüberlegungen des Vorgehensmodells in Abschnitt 2).

Goldkuhl unterscheidet bewertendes und erklärendes Hintergrundwissen, sogenannte Pre-Design-Wissen, von prospektivem Wissen mit Entwurfshypothesen (mit In-Design-Wissen bezeichnet), und präskriptives Wissen mit Gestaltungsprinzipien, so genanntes Post-Design-Wissen. Er folgt gleichermaßen bestimmter Phasen der Wissensentwicklung, die sich durch die Bearbeitung eines Anliegens nach den Prinzipien der Design Science ergeben. Als Artefakt-Typ gibt er sozio-technische Artefakt an. Dies bedeutet, dass es immer einer Gebrauchskontext, d.h. einen sozialen Praxiskontext geben muss. Bei sozio-technischen Artefakten gibt es folglich auch immer IKT-Anteile, insbesondere auch exklusiv digitale Artefakte. Nach Goldkuhl bedeutet dies eine Fokussierung auf Design als Produkt, so dass bei epistemischem Wissen dieses Berücksichtigung findet.

Aus praktischen Einsätzen lässt sich ableiten, dass unterschiedliches Wissen bei der Gestaltung sozio-technischer Systeme erforderlich ist (vgl. Karr/Stary 2021). Angewandt auf allgemeine Entwicklungsprozesse lässt sich ein Referenzrahmen aus drei miteinander verbundenen Ebenen angeben, deren gemeinsame Basis durch ein Gestaltungsziel bezüglich des Inhalts und Humanpotenzials gegeben ist. Komponenten sind zum einen somit domänenspezifisches Wissen, wie beispielsweise die Wertschöpfungskette additiver Fertigung, sowie das humane Entwicklungspotenzial, beispielsweise die individuelle Qualifikation von Arbeitskräften aus der Produktion. Beide bilden den Rahmen für domänenspezifische Design Science-Prozesse, einschließlich Design-Zyklen und Unterstützungsangeboten.

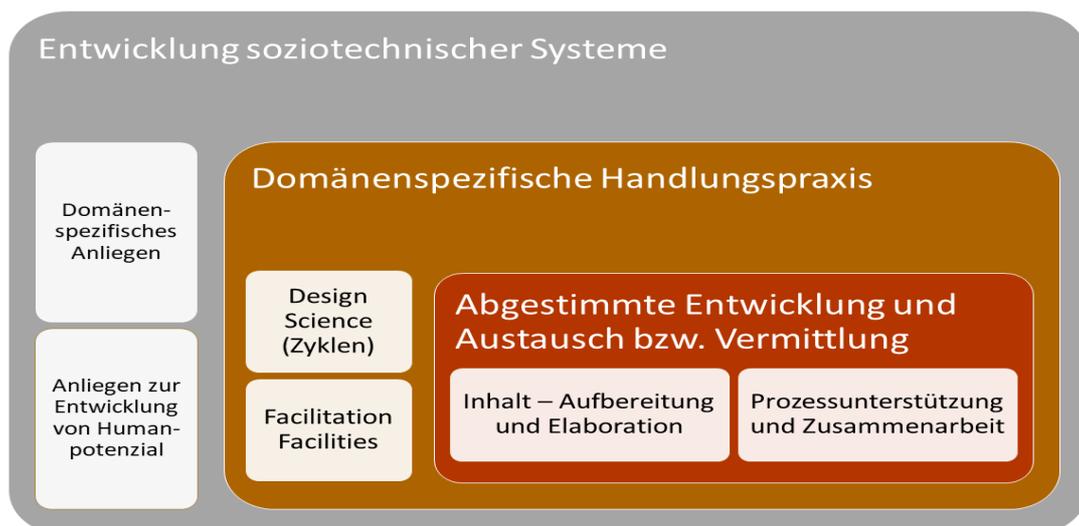


Abbildung 5: Wissensarten im Kontext sozio-technischer Systementwicklung

Eigene Darstellung

Der operative Kern liegt auf den beiden darunter liegenden Schichten und zeichnet sich durch die Ausrichtung von Entwicklung und Unterstützung aus. Es koordiniert die Bereitstellung und

Ausarbeitung von Inhalten mit Prozessführung und Zusammenarbeit. Letzteres beinhaltet das Teilen ausgearbeiteter Inhalte und Projektergebnisse.

Bei der Herleitung der für Design Science wesentlichen Wissenstypen lässt sich Goldkuhl von Jürgen Habermas leiten, der explizit festgehalten hat, dass unterschiedlicher Charakter von Wissen mit unterschiedlichen Geltungsansprüche oder Formen von Erdung verbunden ist. Ausgehend von seiner Darstellung (bei Habermas Satzformen) können die semantischen Bedingungen zur Gültigkeit dieses Wissens geklärt werden (vgl. Habermas 1981). Dies lässt sich nach Goldkuhl durch den Unterschied zwischen einer Beschreibung und einer Vorschrift oder einem Rezept verdeutlichen. Hinsichtlich der Beschreibungen ist der Hauptgültigkeitsanspruch die Wahrheit. Eine Beschreibung wird danach bewertet, ob sie wahr oder nicht wahr ist. Eine wahre Beschreibung wird als gültig erachtet. Ein Rezept hingegen wird bezüglich seiner Angemessenheit eingeschätzt.

Beschreibungen und Vorschriften sind von unterschiedlicher epistemischer Natur: Jene der Beschreibung (als Satz) ist, dass es eine korrekte Darstellung von etwas gibt, das existiert; der epistemische Typ eines Rezepts (als Satz) ist, dass es eine nützliche Empfehlung gibt um etwas zu schaffen, das erst wird.

Anliegen oder Vorhaben, welche nach den Prinzipien der Design Science bearbeitet bzw. umgesetzt werden, zielen auf die Schaffung einer Lösung eines praktischen Handlungsproblems in organisationalem Kontext. Der pragmatische Charakter wird sowohl seitens der Schaffung einer Lösung als auch in deren Anwendung sichtbar. Dabei wird durch die Artikulation von Wissen (Sätzen als Wissensrepräsentationen), etwa im Rahmen der Problemformulierung oder Erfassung aktueller Handlungspraktiken, grundlegendes Hintergrundwissen sowie der Kontext für die Design-Zyklen, d.h. den Entwurfsprozess in Design Science, geschaffen. Diese Art von Wissen ist beschreibend, und angemessen. Die epistemische Charakterisierung soll besagen, dass es sich um bewertendes Wissen handelt. Problembeschreibungen sind von menschlichen Einschätzungen des aktuellen Geschehens abhängig. Weniger explizit in dieser Bewertung sind die Werte und Ziele von Handlungspraktiken, insbesondere von Schwierigkeiten oder Abweichungen von Gewünschtem (normatives Wissen).

Design Science nimmt an, dass es neben dem Hintergrundwissen auch einen Einfluss von vorhandenem, abstraktem Wissen mit Relevanz für die Gestaltung von Artefakten gibt. Dieses Wissen kann auch das Werte- und Zielsystem ansprechen und wird als Kerntheorie bezeichnet. Sie wird im Design-Prozess bestimmt und dem Anliegen/Vorgehen zur Verfügung gestellt. Kerntheorien können auch eine mögliche Welt, die durch den Gestaltungsprozess entstehen könnte, betreffen. Das im Rahmen dieses Gestaltungsprozesses kontinuierlich entstehende, und am demonstrierten Artefakt sichtbar gemachte Wissen hat ideellen Charakter – es soll die menschliche Handlungspraxis in organisationalem Kontext verbessert werden – und wird dem entsprechend als ideelles und erkenntnistheoretisch als prospektives Wissen charakterisiert. Nach Goldkuhl ist es das Wissen über das Mögliche, einer zu schaffenden begehrten Welt, die normatives Wissen von Zielen und Werten berücksichtigt. Als Anforderung definiert und mittels Evaluierung überprüft, kann daraus präskriptives Wissen entstehen, das mit dem Artefakt kodifiziert wird (acting in design).

Daraus lässt sich eine epistemische Logik des Design Science-Prozesses formulieren. Drei Stufen lassen sich mit ihren jeweiligen Wissenstypen identifizieren, wie in Tabelle 1 zusammengefasst.

Design Science Phase	Wissensart	Epistemischer Typ	Entsprechender Zustand der ‚Welt‘
Pre-Design	Situationsangepasstes Wissen über Problem und Praxis-Kontext Ausgewähltes abstraktes rezentes Wissen zur möglichen Problemlösung (‚Kerntheorie‘)	Evaluatives Hintergrundwissen Erklärendes Hintergrundwissen	‚World-as-is‘
In-Design	Ideen und Vorschläge Werte und Ziele	Prospektives Wissen Normatives Wissen	‚World-as-might-be‘
Post-Design (= Gebrauch, Nutzung)	Wissen über Artefakt-Eigenschaften, welche Nutzungssituation beeinflussen	Präskriptives Wissen	‚World-as-become‘ ‚World-to-become‘

Tabelle 1: Wissensarten und zugehörige Weltzustände im Design Science-Prozess

Quelle: nach Goldkuhl 2020

Die Wissensarten und zugehörigen Weltzustände helfen, den Beitrag der Design Science-basierten Vorgehensweise zur Wiedergewinnung des Realismus in Richtung eines konstruktiven Realismus für die Entwicklung sozio-technischer Systeme zu bestimmen. Die Frage nach Wahrheit und Wirklichkeit wird durch die Wahrnehmungen und Gestaltungsmöglichkeiten der an der Entwicklung Beteiligten bestimmt. Die Operationalisierung des Design Science-Ansatzes strukturiert den sich abwechselnden, iterativen Vorgang von Wahrnehmung und Gestaltung. Dabei kommt der Bestimmung des Forschungsobjekts, wie schon von Delbrück erkannt, zentrale Bedeutung zu.

Durch die zyklische Verbindung der Aktivitäten bei Design Science-basierter Entwicklung bestimmen eigentlich zwei Forschungsobjekte das Geschehen: Zum einen die Anforderungen und zum anderen der Artefakt, dessen Verhalten am Demonstrator evaluiert wird. Im Mittelpunkt steht zu Beginn die Welt-wie-sie-ist und wahrgenommenes Potenzial zu ihrer Veränderung im Sinne einer Problemlösung durch die Bestimmung von Anforderungen an eine Lösung. Letztere weist auf die Welt-wie-sie-sein-soll hin.

Um nun wahrgenommene Information mit Hilfe der von Delbrück „möglichen konzeptionellen Verbindung zwischen Gehirn und Verstand“ (Fischer 1985, S. 249f.) zur Gestaltung zu nutzen sind, werden wahrgenommene Signale zu bedeutungstragenden Strukturen, etwa Anforderungen an eine Lösung, geformt bzw. abstrahiert. Da die Verarbeitung der wahrgenommenen Signale unbewusst bzw. vorbewusst erfolgt, kann dieser Zuweisungsprozess von Bedeutung als unmittelbare Konstruktion der Wirklichkeit durch die wahrnehmende Person bezeichnet werden. Dies entspricht dem Ansatz des konstruktiven Realismus. Wesentlich ist der mit der Strukturzuweisung verbundene Vorgang der Bedeutungsweisung. Bei Design Science-basiertem Vorgehen geschieht dies bei der Bestimmung von Anforderungen und dem Design bzw. der Evaluierung von Artefakten.

Erkenntnistheoretisch wird somit die Grenze des Strukturalismus durch den Bezug zur Pragmatik überwunden, indem die innere Wirklichkeit als Konstrukt über gestaltende Tätigkeit im Sinne der äußeren Wirklichkeit von Dingen erfassbar macht. Folgen wir der semantisch-pragmatischen Kontextualisierung der Signalübermittlung, wie wir sie in Abschnitt 2 anhand des Nachrichtenaustausches gezeigt haben, so stellt die Zielgruppe des Artefakts den

Empfänger dar, der in seinem Verhältnis zum Sender (in Design Science-Fall der Designer) den Bedeutungsgehalt der am Artefakt sichtbar gemachten Inhalte fest. Dies geschieht üblicherweise im Rahmen der Evaluierung des demonstrierten Artefakts am Ende eines Design-Zyklus, also in der Design Science-Pragmatik.

Durch die Aktivitäten des Empfängers und der danach anschließenden Bearbeitung der Evaluierungsergebnisse durch den Sender, entweder durch direkte Gestaltung des Artefakts oder Bearbeitung der Anforderungen überwindet dieser Ansatz die strukturalistische Verhaftetheit des konstruktiven Realismus. Die Strukturbildung im Rahmen der Anforderungsbestimmung und der Gestaltung des Artefakts, und damit die Bedeutungszuweisung ist ein aktiver Wahrnehmungs- und bewusster Generierungsprozess des Artefakt-Nutzers (Empfängers) auf Basis der Signalübermittlung durch den Designer (Sender). Damit gewinnt die innere Wirklichkeit einer Person eine Referenz zur äußeren Wirklichkeit, die sich schließlich im Artefakt manifestiert.

Wesentlich ist in dem Prozess aktives Handeln, der sich in den Design-Zyklen des Vorgehens niederschlägt. Die Strukturen sind in den jeweiligen Handlungsschritten des Gestaltenden und Artefakt-Nutzers definiert. Neben der Erfassung des Anliegens inklusive Zielsetzung sind dies die Beschreibung bzw. Ableitung der Anforderungen, der Artefakt, der Demonstrator und die Evaluierungsergebnisse und schließlich die Dokumentation.

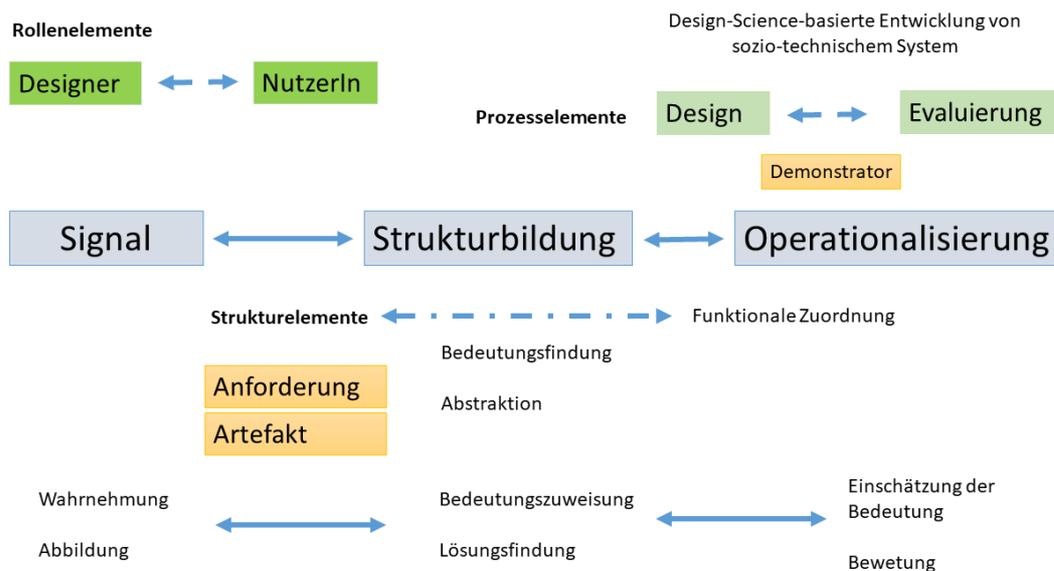


Abbildung 6: Funktionalisierung – Struktur-Funktions-Zusammenhang – vermittelt über Bedeutungen, die erst in der Wechselwirkung im Prozess von Informung (Abbildung), Bedeutung und Bewertung entstehen – Design Science-Hyperkreis

Eigene Darstellung

Wenden wir das Schema der Struktur-Funktions-Wechselwirkung zum Verständnis von Bedeutung und ihrer Entstehung an, besteht die Struktur, als Träger der Semantik, aus den geschilderten Abhängigkeiten. Als Ganzheit wird sie in der komplizierten Wechselbeziehung zwischen Struktur und Funktion zu Träger der Bedeutung (siehe Abbildung 6). Für die Möglichkeit des Erkennens der Wirklichkeit, der Gewinnung wahrer Aussagen über ihr Sein und Werden, bedeutet dies, dass in der praktischen, sinnlichen, die Welt verändernden Tätigkeit, das Ding an sich ein Ding für Lösungssuchende und –nutzerInnen wird.

5 Zusammenfassende Schlussfolgerung

Wenn wir die Gestaltung sozio-technischer Systeme aus der erkenntnistheoretischen Sicht bei Design Science-basierter Entwicklung betrachten, so begünstigt sie die Position des konstruktiven Realismus. Die Auseinandersetzung mit der menschlichen Wahrnehmung, die sich auf Abbilder der Realität (im Sinne einer Informing im Rahmen von bedeutungsfindenden strukturbildenden Abstraktionsprozessen bezieht, erlaubt das Erkennen des konstruktiven Anteils bei der Erschließung der Welt-wie-sie-zur-Zeit-ist. Damit werden Anforderungen identifizierbar, die handlungsanleitend bei der Gestaltung, Demonstration und Evaluierung von Lösungsansätzen Wirklichkeiten zwischen Gestaltenden und Lösungsnutzenden schaffen, und somit der agnostizistischen Tendenz des Strukturalismus‘ und einer unabhängig existierenden Realität entgegenwirken, sodass das Wesen von Dingen aktiv erschlossen werden kann.

Strukturen bilden sich nicht nur aus den Beziehungen zwischen den Teilen eines Entwicklungsprozesses und seiner Ergebnisse, sondern bilden auch Ganzheiten im Sinne autonomer Einheiten interner Abhängigkeiten. Diese Einheiten werden zu Trägern von Bedeutung, die in der Wechselwirkung von handelnden Akteuren ihre Funktion am Gestaltungsgegenstand entfaltet und gleichzeitig bewertbar macht. Es ist der wechselseitige Bedingungsprozess von Abbildung (Struktur), Interpretation (Bedeutung) und Bewertung (Funktion, Verhalten), der zur Entstehung von gestaltbaren Artefakten über Information als Träger von Bedeutung für die beteiligten Handlungsträger führt.

Literatur

Brödner, Peter; Fuchs-Kittowski, Klaus (2020): Vorwort. In: Brödner, Peter; Fuchs-Kittowski, Klaus (Hg.): Zukunft der Arbeit – Soziotechnische Gestaltung der Arbeitswelt im Zeichen von „Digitalisierung“ und „Künstliche Intelligenz“. Berlin, S. 15–17 (Abhandlungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 67)

Brügger, Niels; Vigsø, Orla (2008): Strukturalismus. Paderborn

Carlsson, Sven (2010): Design Science Research in Information Systems: A Critical Realist Approach. In: Hevner, Alan R.; Chatterjee, Samir (eds.): Design Research in Information Systems. Theory and Practice. New York a.o., pp. 209–233

Delbrück, Max (1986): Wahrheit und Wirklichkeit. Über die Evolution des Erkennens. Hamburg/Zürich

Eigen, Manfred (1971): Selforganization of Matter and the Evolution of Biological Macro Molecules. In: Die Naturwissenschaften, Jg. 58, H. 10, S. 465–523

Fischer, Peter (1985): Licht und Leben. Ein Bericht über Max Delbrück, den Wegbereiter der Molekularbiologie. Konstanz

Fuchs-Kittowski, Klaus (1992): Reflections on the Essence of Information. In: Floyd, Christiane; Züllighoven, Heinz; Budde, Reinhard; Keil-Slawik, Reinhard (eds.): Software Development and Reality Construction. Berlin a.o., pp. 416–432

Fuchs-Kittowski, Klaus (1996): Information neither Matter nor Mind – On the Essence and on the Evolutionary Stages Concept of Information. In: World Futures. Journal of General Evolution, Vol. 50, No. 1-4, pp. 551-570

Fuchs-Kittowski, Klaus (1998): Information und Biologie: Informationsentstehung – eine neue Kategorie für eine Theorie der Biologie. – In: Biochemie, ein Katalysator der Biowissenschaften. Berlin, S. 5–17 (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Bd. 22, H. 3)

Fuchs-Kittowski, Klaus; Stary, Christian (2022): Methoden zur Gestaltung soziotechnischer Informationssysteme. In: Fuchs-Kittowski, Klaus (Hg.): Daten, Information Wissen Computernetze – Essays zur Cyberscience, Wissenschaftsforschung und Informatik. Berlin (im Druck) [zuerst in: Banse, Gerhard; Reher, Ernst-Otto (Hg.): Beiträge zur Allgemeinen Technologie. Berlin 2014, S. 129–204 (Abhandlungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 36)]

Fuchs-Kittowski, Klaus; Tschirschwitz, Reiner; Wenzlaff, Bodo (1977): Information als Verhältnis zwischen physikalischer Wirkung und Organisation. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin. Gesellschaftswissenschaftliche Reihe, Jg. 26, H. 5, S. 627–636

- Giddens, Anthony (1988): Die Konstitution der Gesellschaft. Grundzüge einer Theorie der Strukturierung. Frankfurt am Main
- Goldkuhl, Göran (2020): Design Science Epistemology. A Pragmatist Inquiry. In: Scandinavian Journal of Information Systems, Vol. 32, No. 1, pp. 39–80
- Habermas, Jürgen (1981): Theorie des kommunikativen Handelns. Bd. 1: Handlungsrationalität und gesellschaftliche Rationalisierung. Frankfurt am Main
- Hevner, Alan R. (2007): A Three Cycle View of Design Science Research. In: Scandinavian Journal of Information Systems, Vol. 19, No. 2, pp. 87–92
- Hevner, Alan R.; Chatterjee, Samir (2010): Design Science Research in Information Systems. In: Hevner, Alan R.; Chatterjee, Samir (eds.): Design Research in Information Systems. Theory and Practice. New York a.o., pp. 9–22
- Hevner, Alan R.; March, Salvatore T.; Park, Jinsoo; Ram, Sudha (2004): Design Science in Information Systems Research. In: MIS Quarterly, Vol. 28, No. 1, pp. 75–115
- Kaar, Claudia; Stary, Christian (2021): Digital Learning Support for Makers: Integrating Technical Development and Educational Design. In: Information, Vol. 12, No. 5 (May), 209. – URL: <https://doi.org/10.3390/info12050209>
- Marx, Karl (1958): [Thesen über Feuerbach] [1888]. In: Marx, Karl; Engels, Friedrich: Werke. Bd. 3. Berlin, S. 533–535
- Pape, Bernd; Rolf, Arno (2004): Integrierte Organisations- und Softwareentwicklung für kooperative Lernplattformen in der Hochschullehre. In: Pape, Bernd; Krause, Detlev; Oberquelle, Horst (Hg.): Wissensprojekte – Gemeinschaftliches Lernen aus didaktischer, softwaretechnischer und organisatorischer Sicht. Münster u.a.O., S. 287–310
- Peppers, Ken; Tuunanen, Tuure; Rothenberger, Marcus A.; Chatterjee, Samir (2007): A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. In: Journal of Management Information Systems, Vol. 24, No. 3, pp. 45–77
- Piaget, Jean (1936): Origins of Intelligence in the Child. London
- Piaget, Jean (1957): Construction of Reality in the Child. London
- Stary, Christian; Fuchs-Kittowski, Klaus (2020): Zur Wiedergewinnung des Realismus als notwendige Grundlage einer am Menschen orientierten Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung. In: Leibniz Online. Zeitschrift der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin e. V., Nr. 41. – URL: https://leibnizsozietat.de/wp-content/uploads/2020/12/03_Stary_Fuchs_Realismus-v2_rh-fk-cs_rh-cs.pdf
- Stent, Gunter S. (1986): Einleitung und Übersicht. In: Delbrück, Max: Wahrheit und Wirklichkeit. Über die Evolution des Erkennens. Hamburg/Zürich, S. 11–34
- Völz, Horst (2017): Das ist Information. Aachen
- Völz, Horst (2018): Wie wir wissend wurden – Nicht alles ist Information. Aachen
- Zorn, Werner (2016): Von der Nützlichkeit verständlicher Begriffsdefinitionen am Beispiel „Information“. In: Fuchs-Kittowski, Frank; Kriesel, Werner (Hg.): Informatik und Gesellschaft Festschrift zum 80. Geburtstag von Klaus Fuchs-Kittowski. Frankfurt am Main, S. 39–53