

und Prozesse von *technischen* Stilen die Rede sein. Die Art und Weise, in der Theorie in den Technikwissenschaften betrieben wird (Sortierungen von Phänomenen und Messdaten, Näherungsgleichungen und Korrelationen, Rechenmodellen und Simulationsmethoden etc.) lässt sich dagegen als *technikwissenschaftlicher* Stil bezeichnen.¹²⁵ Die technikwissenschaftliche Praxis ist somit geprägt von Stilen des technikwissenschaftlichen Arbeitens und Stilkriterien, nach denen die Güte technischer Lösungen, also von neuen Artefakten und Prozessen, beurteilt wird.¹²⁶

2.3.4 Probleme der Systematisierung

Der Blick auf technische Stile zeigt, dass die Technikwissenschaften auf ganz unterschiedlichen Abstraktionsniveaus operieren: zwischen konkreten Artefakten und abstrakt gefassten Funktionen. Dabei blieb bisher allerdings offen, wie Ingenieur*innen zu ihren Systematisierungen kommen. Um diese Frage zu adressieren, bietet sich ein Blick auf die Methode an, die Descartes im *Discours* beschreibt. Sie besteht aus den folgenden vier Schritten: (1) Nur das als »wahr« anzunehmen, was »evident« sei und sich »klar und deutlich« zeige. (2) Jede »Schwierigkeit [...] in so viele Teile zu teilen, wie möglich und erforderlich« sei. (3) Die »Gedanken durch Ordnung zu leiten, beginnend mit den einfachsten und am leichtesten zu erkennenden Objekten, um nach und nach, gleichsam in Stufen, bis zur Erkenntnis der am meisten zusammengesetzten aufzusteigen«. (4) »[V]ollständige Aufzählungen« und »allgemeine Übersichten« aufzustellen, um sicher zu sein, dass nichts Notwendiges weggelassen wurde (Descartes, 1637/2011, S. 33).

Dieses Vorgehen leitet auch heute noch die Systematisierung. Direkt erinnert vermutlich der zweite Schritt von Descartes' Methode an die oben dargestellte allgemeine Systemtheorie. Schritt zwei thematisiert die Systematisierung über eine entsprechende Dekomposition, eine Einteilung in Elemente. Diese müsse nach Descartes' erstem Schritt unmittelbaren Evidenz-Erlebnissen folgen. Der dritte Schritt hat Anklänge an das strukturelle Systemkonzept: Die Struktur, das Netz aus Elementen und Relationen, repräsentiert dann die von Descartes gesuchte »Ordnung«. Schritt drei umfasst jedoch ebenfalls Aspekte des hierarchischen Systemkonzepts, nämlich dann, wenn die »Stufen« nicht nur als ein Fortschritt in der vertikalen Kartierung eines Phänomenbereichs gelesen werden können, sondern wörtlich als ein Aufsteigen zu Hierarchieebenen höherer Abstraktion. Die neuen, »zusammengesetzten« Objekte oder Elemente sind dann auf solchen höheren Hierarchiestufen angesiedelt. Der vierte Schritt umfasst zum einen die notwendige Setzung einer Systemgrenze, denn nur so kann überhaupt entschieden werden, ob etwas zum betrachteten System gehört und ob die Aufzählung der Elemente auf

125 Natürlich wird auch der technikwissenschaftliche Stil wiederum von Paradigmen geprägt – allerdings ebenfalls von *technikwissenschaftlichen*; dies muss hier jedoch nicht weiter verfolgt werden.

126 Diese Zweiteilung scheint mir typisch für alle poetischen Disziplinen: Denn wo es um Produkte oder Werke geht, ist die Theorie eben kein Selbstzweck, sondern dient einem separierbaren Ergebnis. Es kann daher einmal das Hilfswerkzeug der Theorie bewertet werden und einmal die Güte des Produkts. In der Malerei etwa kann sowohl die zugrunde gelegte Theorie analysiert und evaluiert werden, aber von Interesse sind eben auch – und vermutlich primär – ihre Ergebnisse: also Gemälde.

der betrachteten Hierarchieebene vollständig ist. Schritt vier umfasst zum anderen jedoch die Frage, ob alle relevanten Hierarchieebenen berücksichtigt wurden, da auch in der Höhendimension bzw. in der vertikalen Richtung Systeme beschränkt werden müssen.

Descartes selbst ging es darum, mit seiner Methode v.a. Fragen der Metaphysik und der Naturwissenschaften zu adressieren. So behandelt er im weiteren Verlauf der Schrift etwa Probleme der Physiologie und führt vor, wie ihm sein Vorgehen bei ihrer Lösung geholfen hat. Nun legen Zeugnisse von Techniker*innen allerdings nahe, dass die von Descartes dargestellte Methode nicht nur für die naturwissenschaftliche Systematisierung eingesetzt werden kann, sondern ebenfalls das Vorgehen in den Technikwissenschaften korrekt beschreibt. In einem Standardlehrbuch für »Maschinenelemente« heißt es: »Ein Maschinenelement kann ganz allgemein als *kleinstes, nicht mehr sinnvoll zu zerlegendes und in gleicher oder ähnlicher Form immer wieder verwendetes Bauteil in technischen Anwendungen* verstanden werden.« (Wittel, Jannasch, Voßiek und Spura, 2017, S. 1) Ähnlich definiert Rudolf Koller in seinem etablierten Buch über Konstruktion »Bauteil« folgendermaßen: »Aus festen Stoffen bestehendes Gebilde (Körper) bestimmter Gestalt; ein nicht weiter zerlegbares Bauelement technischer Systeme.« (Koller, 1998, S. XVIII) »Elementarfunktion« wird eingeführt als »Beschreibung eines nicht mehr weiter gliederbaren Vorgangs (Tätigkeit). Beispielsweise Vergrößern eines Drehmoments, Leiten einer Kraft oder Wandeln elektrischer Energie in mechanische Energie« (Koller, 1998, S. XIX). Hier klingt nun deutlich Descartes' Unterteilung eines Phänomenbereichs an (2), die von unmittelbaren Evidenzen (1) geleitet ist (»nicht mehr sinnvoll zu zerlege[n]«, »nicht weiter zerlegba[r]«, »nicht mehr weiter gliederba[r]«). Auch der Bezug dieser einzelnen Elemente zu übergreifenden Systemen wird deutlich (»technisch[e] Anwendungen«, »technisch[e] Systeme«). Es wird jedoch ebenfalls deutlich, dass es scheinbar unterschiedliche Abstraktionsgrade gibt, die dem »nicht weiter zerlegba[r]« zugrunde gelegt werden. Ein bestimmtes Maschinenelement als aus »festen Stoffen bestehendes Gebilde« ist eine konkretere Entität als die Funktion »Vergrößern eines Drehmoments«. Denn zur Vergrößerung eines Drehmomentes können diverse verschiedene Elemente zum Einsatz kommen: zwei – oder mehr – verschieden große, direkt ineinandergreifende Zahnräder oder solche, die über eine Kette bzw. einen Riemen verbunden sind, etc.

Mir ging es bisher nicht darum, Descartes' Methode zu bewerten, das Ziel war lediglich zu zeigen, dass sie eine aktuelle Situation noch immer adäquat beschreibt: in diesem Fall das Selbstverständnis von Techniker*innen, was ihre systematisierenden Tätigkeiten angeht. Dies schließt nicht aus, dass Descartes vierschrittiges Verfahren selbst theoretische Probleme aufwirft, von denen ich gleich zwei diskutieren möchte. Zuvor lohnt es sich jedoch anzumerken, dass dies kein Einzelfall ist, in dem eine theoretisch problematische Ansicht lebenspraktisch weiterhin Selbstverständnisse prägt. Auch anderen cartesischen Gedanken ist ein ähnliches Schicksal zuteilgeworden. So weist Gernot Böhme darauf hin, dass Descartes' Dualismus von Körper und Geist sowie seine Auffassung des Körpers als »Maschine« weiterhin nachwirken, obwohl sie in dieser Einfachheit als überholt gelten können.¹²⁷ Nichtsdestotrotz agieren viele Menschen noch immer dieser ein-

127 Wobei dieser Befund natürlich stark davon abhängt, welches Verständnis von »Maschine« zugrunde gelegt wird. Hastedt (2000) weist darauf hin, dass in einer formal-kybernetischen Perspektive

fachen Deutung entsprechend: Sie betrachten und behandeln ihren eigenen Körper wie eine Maschine, die möglichst ideal der Steuerinstanz »Geist« zu gehorchen habe (Böhme, 2008a, S. 133–134). Es ist also nicht ungewöhnlich, dass eine problematische Sichtweise praktisch weiterhin gebräuchlich bleibt – und damit kehre ich zur technischen Systemtheorie und zu den Problemen der Systematisierung zurück.

Die Technikwissenschaften wie auch die Systemtheorie schweigen in Bezug auf die Evidenzen (1), auf welche in der Systematisierung rekuriert werden kann. Was ist gemeint mit »nicht weiter zerlegba[r]« (Koller, 1998, S. XVIII)? Diese Frage möchte ich zuerst vor dem Hintergrund des hierarchischen Systemkonzepts stellen: Wie konkret bzw. spezifisch soll ein Element aufgefasst werden? Denn es ist zuerst einmal nicht klar, was als die grundlegende Ebene betrachtet werden sollte, was – um mit Descartes zu sprechen – die je »möglich[e] und erforderlich[e]« Unterteilung ist bzw. auf welcher Hierarchieebene primär operiert werden sollte.¹²⁸ Dies lässt sich exemplarisch am Beispiel einer Schraube illustrieren, ein Fall, der sich besonders anbietet, da Schrauben im Maschinenbau von eminenter Bedeutung sind; in einem verbreiteten Lehrbuch heißt es: »Die Schraube ist das am häufigsten und vielseitigsten eingesetzte Maschinen- und Verbindungselement. Sie wird gegenüber allen anderen in den weitaus verschiedenartigsten Formen hergestellt und genormt.« (Wittel, Jannasch, Voßiek und Spura, 2017, S. 239)

Es lassen sich einmal spezifische Schrauben mit definierten Abmessungen betrachten, z.B. M8x16, eine Schraube mit metrischem Gewinde (M) sowie mit einem Nenn-durchmesser von 8 Millimetern und einer Länge von 16 Millimetern.¹²⁹ Dies ist für viele Fragestellungen die Stufe größter Konkretheit. Hier greift auch der Einwand nicht, dass sich individuelle Schrauben aufgrund von endlichen Fertigungsgenauigkeiten immer unterscheiden werden.¹³⁰ Die Fertigungstoleranzen spielen für die *Systematisierung* keine Rolle.¹³¹ Von diesem konkreten Niveau lässt sich nun zu Stufen größerer Allgemeinheit fortschreiten. Die genannte spezielle Schraube kann verallgemeinert werden zu einer »Schraube mit metrischem Gewinde« und weiter zu einer »Schraube«. »Eine Schraube« lässt sich wiederum weiter abstrahieren zu einem lösbaren Verbindungselement. Die Schraube wäre damit in einer Klasse mit beispielsweise Stiften und Passfedern. Lösbare Verbindungselemente lassen sich zu »Verbindungen« verallgemeinern. Hierbei wären dann Schrauben in eins gefasst mit Nietverbindungen, Schweißverbindungen, Klebeverbindungen etc.

Die am Beispiel der Schraube gezeigten Abstraktionsmöglichkeiten möchte ich als *vertikale Differenzierung* bezeichnen; dies knüpft sprachlich an die hierarchische Systemkonzeption an. Unter Differenzierung in der vertikalen Richtung, wie sie hier betrachtet

auch der menschliche Körper in gewisser Hinsicht durchaus legitim als Maschine aufgefasst werden kann; ein solches Konzept habe ich oben in Abschnitt 2.1.3 unter Rekurs auf Luhmann und von Foerster bereits diskutiert.

128 Vgl. dazu auch Vermaas und Garbacz (2009).

129 Kurzdarstellungen dieser Art sind verbreitet bei genormten Teilen, wie sie beispielsweise im Maschinenbau üblich sind.

130 Dies wäre eine Type-Token-Unterscheidung; Type: die ideale Schraube M 8 x 16, Token: diese spezielle, individuelle Schraube.

131 Trotzdem sind individuelle raum-zeitliche Gegenstände vielfältiger, als sich in bestimmten Systematisierungen einfangen lässt. Hierauf wird im nächsten Abschnitt zurückzukommen sein.

wird, ist dabei nicht nur die Anzahl an betrachteten Abstraktionsniveaus bzw. Hierarchieebenen gemeint, sondern ebenso die Begrenzung – Differenzbildung – nach »unten« und »oben«. Denn »nach unten« wird eine Schraube für gewöhnliche Konstruktionszwecke nicht weiter zerlegt in ihren atomaren Aufbau; »nach oben« ist vermutlich bei der Abstraktion »Verbindung« Schluss. Ich spreche hier von einem *Problem der vertikalen Differenzierung*, da *per se* nicht klar ist, welche Hierarchieebene bzw. welches Abstraktionsniveau einer Problemstellung angemessen ist. Und noch eine weitere Facette weist dieses Problem auf: Entitäten niedrigerer Hierarchiestufen instantiieren zwar solche höherer; eine Verbindungsschraube lässt sich beispielsweise eindeutig als Verbindungselement identifizieren. Allerdings ist der Abstieg zum Konkreteren immer unterbestimmt. Von einem Verbindungselement kann nicht auf eine Verbindungsschraube geschlossen werden, denn es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Verbindungselemente.

Besonders problematisch ist dies, wenn auf hohen Abstraktionsniveaus Versprechungen gemacht werden, die dort nicht gehalten werden können. Ansatzweise zeigt sich das Problem bereits in der sogenannten methodischen Konstruktion (Rodenacker, 1984; Lindemann, 2009; Naefe, 2012). Dort wird vielfach suggeriert, technische Fragestellungen ließen sich auf Basis abstrakter Beschreibungen lösen. Vollständig manifest wird dieser Anspruch dann in den TRIZ-Methoden,¹³² die »systematisches Erfinden« (Zobel, 2009) versprechen oder auch »Erfindungsmuster« (Zobel und Hartmann, 2009) bereitstellen wollen. Zwar stellt TRIZ eine Methodensammlung dar, am populärsten sind jedoch die »Prinzipien zum Lösen technischer Widersprüche« (Zobel und Hartmann, 2009, S. 2). Das Vorgehen ist hierbei – vereinfacht – wie folgt: Es wird ein ideales technisches Ziel formuliert, das »Ideale Endresultat (IER)« (Zobel und Hartmann, 2009, S. 9–11). Das IER ist dabei »möglichst abstrakt zu formulieren« (S. 10), um nicht bereits Optionen auszuschließen. Nachfolgend sind Widersprüche zu identifizieren, die dem Erreichen des Ziels entgegenstehen. Diese sind schließlich durch die »Prinzipien zum Lösen technischer Widersprüche« zu beseitigen, wobei die Prinzipien – 35 oder 40, je nach TRIZ-Variante – zudem in einer Matrix angeordnet sind, um für bestimmte technische Widersprüche (die in den Zeilen und Spalten der Matrix gegeneinander aufgetragen sind) leichter geeignete Lösungsprinzipien zu finden. Die Prinzipien sind allerdings ihrerseits zumeist äußerst abstrakt. Die Liste beginnt mit »Zerlegen«, »Abtrennen«, »Schaffen optimaler Bedingungen«, »Asymmetrie« und »Kombination«.¹³³ Etwas konkretere Vorschläge sind »Nutzen pneumatischer und hydraulischer Effekte«, »Verwenden von Magneten« oder »Gleichartigkeit der verwendeten Werkstoffe«.¹³⁴ Alle Prinzipien können jedoch durch eine Vielzahl äußerst unterschiedlicher Artefakte und Prozesse instantiiert werden. Selbst wenn mit der sogenannten »Widerspruchsmatrix«¹³⁵ also Lösungsprinzipien identifiziert wurden, müssen diese noch in konkrete Lösungen übersetzt werden. Denn es gibt unzählige Möglichkeiten, einen Gegenstand zu »zerlegen« und selbst pneumatische oder hydraulische Effekte können auf ganz

132 Das Akronym TRIZ steht im Russischen für »Theorie des erfinderischen Problemlösens«. Die Methode geht auf den sowjetischen Autor und Techniker Genrich Saulowitsch Altschuller zurück.

133 Das sind die Prinzipien 1 bis 5 aus der 35-Prinzipien-Liste (Zobel und Hartmann, 2009, S. 23).

134 Dies entspricht den Prinzipien 29, 31 und 33.

135 Eine solche Matrix zeigen Zobel und Hartmann (2009, S. 209–217).

verschiedene Weise zum Einsatz kommen. Da technische Erfindungen jedoch immer in *konkreten* Lösungen bestehen, in funktionalen Artefakten und Prozessen, macht TRIZ mit der Rede vom »systematischen Erfinden« Versprechungen, die es nicht halten kann.¹³⁶

Die Thematik der Erfindung verweist zugleich auf eine weitere Herausforderung, die sich für Systemtheorien der Technik stellt. Dies soll am Beispiel von Ropohls Technikphilosophie vorgeführt werden. Ropohl bezeichnet die Technik (ich würde sagen: die Technik- oder Ingenieurwissenschaften) als »Erfindungs-, Konstruktions- und Gestaltungspraxis« (Ropohl, 2009a, S. 23). An anderer Stelle heißt es (diesmal unter Rückgriff auf einen anderen Technikbegriff, der nahe am hier verwendeten liegt): »Die Erfindung [...] ist der Ursprung aller Technik [...]« (Ropohl, 2009a, S. 260). Trotz dieser Akzentsetzung kann Ropohls systemtheoretischer Zugang Erfindungen nicht adäquat abbilden. Denn Erfindungen, die mit Recht so bezeichnet werden können, weisen einen gewissen Grad an Neuheit auf. Systematisierungen basieren jedoch darauf, dass die Vielfalt der Phänomene auf einen vergleichsweise überschaubaren Vorrat an Systemelementen reduziert werden kann. Eine Systemtheorie der Technik, die gleichzeitig das wichtige Phänomen der technischen Neuerung in sich aufnehmen kann, müsste daher erklären, wie Neuheit aus einem solchen Technik-Baukasten entstehen kann. Hierfür könnte auf emergenztheoretische Erklärungsmodelle zurückgegriffen werden. Diese hätten verständlich zu machen, wie selbst aus einem gegebenen Vorrat an Elementen neue technische Phänomene entstehen können. Dabei stellt sich die anspruchsvolle Aufgabe, »Emergenz« nicht nur als »Ausfluchtsword« einzuführen, sondern dem Konzept eine explizierbare und gehaltvolle Bedeutung beizulegen. Doch selbst wenn dies gelingt, kann damit noch nicht erklärt werden, wie sich die Elemente der Technik selbst historisch wandeln – und dass sie dies tun (zumindest auf niedrigen Abstraktionsniveaus), scheint mir unbestreitbar: das Element »Temperatursensor« etwa ändert seine Bedeutung durch die Erfindung von Widerstandsthermometern, Thermoelementen und Wärmebildkameras. Auch wenn weiterhin der Terminus »Temperatursensor« verwendet wird, bezeichnet das Wort nun etwas anderes als zu Zeiten, in denen das Quecksilberthermometer noch Stand der Technik war. Und auch das konkretere Element »Widerstandsthermometer« verändert sich durch neue Materialien, die noch definierter ihren elektrischen Widerstand in Abhängigkeit der Temperatur verändern. Kurz: Selbst wenn sich Emergenz genauer fassen ließe, genügt dies noch nicht zur Erklärung vieler technischer Wandlungsprozesse. Es führt also kein Weg an der Betrachtung einzelner Elemente vorbei. Wie also verändern sich technische Systemelemente? Wie ist überhaupt eine adäquate Unterteilung in Elemente möglich? Dies möchte ich als *Problem der horizontalen Differenzierung* bezeichnen, also als Problem der Untergliederung auf einer Hierarchieebene. Hierauf bietet Ropohl keine Antwort; ja mehr noch: Konsequent verstandene Systemtheorien können – so meine These – auf diese Fragen *prinzipiell*

136 Implizit gesteht dies sogar Altschuller, der Erfinder der Methode, ein, wenn er feststellt, dass die Prinzipien »nur in allgemeiner Form formuliert sind« und die »Tabelle« (Widerspruchsmatrix) daher »kein Ersatz für das eigene schöpferische Denken des Erfinders« sei (Zit. n. Zobel und Hartmann, 2009, S. 25).

keine adäquate Antwort geben. Die Unterteilung oder Differenzierung eines Phänomenbereichs in Systemelemente überschreitet die Werkzeuge der Systemtheorie. Prägnant formuliert: Die Systematisierung ist selbst kein Gegenstand der Systemtheorie.

Zwar adressiert Ropohl in seinem Hauptwerk die »Entstehung von Sachsystemen« (Ropohl, 2009a, S. 251–304), die genauen Prozesse der Veränderung ihrer Bausteine betrachtet er jedoch nicht. Generell verwendet Ropohl »Sachsystem« synonym zu »Artefakt« – was bereits auf Probleme verweist, auf die ich gleich zurückkomme. Bezüglich der Entstehung einzelner Sachsysteme unterscheidet er ein »[i]ntuitionistisches Konzept« (S. 266–269), zu dem Formen individueller Kreativität rechnen, sowie ein »[r]ationalistisches Konzept« (S. 269–277), welches Erfinden durch kombinatorische Prozeduren¹³⁷ zu rekonstruieren versucht. Sein intuitionistisches Konzept ist – per Definition – nicht systematisierbar. Dabei bleibt allerdings unklar, wodurch sich die dem Konzept zugrunde gelegte individuelle Kreativität auszeichnet. Doch auch für das rationalistische Konzept, also den kombinatorischen Zugang, betont Ropohl, dass – neben dem Problem unüberschaubar vieler Kombinationen – auch hier eine gegebene Systematisierung überschritten wird. Denn ein kombinatorischer Mechanismus ist selbst angewiesen auf die Festlegung bestimmter »Merkmalseinteilungen«, »die das Feld möglicher Neuerungen vorprägen«; und eine solche Einteilung ist nichts anderes als eine Systematisierung. Zudem macht Ropohl deutlich, dass im Falle »[g]rundlegend[er] Erfindungen« (S. 271) »die Merkmale selbst in neuartiger Weise definiert werden« (S. 272). Erfinden heißt also – zumindest häufig –, gegebene Systematisierungen zu überschreiten. Auch dies gesteht der Autor selbst zu: »Es wäre ein Trugschluss, wenn man aus der rationalen Präzision des technologischen Systemmodells folgern wollte, Erfindungen stellten sich aus einem zwangsläufigen Algorithmus von alleine ein.« (S. 274)¹³⁸ Ropohl reagiert

137 Konkret führt Ropohl Fritz Zwicks Methode des morphologischen Kastens an (S. 269–272) sowie die Nutzwertanalyse (S. 275–276). Auf Details kann hier verzichtet werden; erstens, weil einige verwandte Aspekte im nächsten Kapitel noch zur Sprache kommen, zweitens, weil sie an dieser Stelle für das Argument nicht entscheidend sind.

138 Allerdings träumte Ropohl in frühen Arbeiten selbst von einem solchen Erfindungsalgorithmus, von einer »ars inveniendi«, die basierend auf einer umfassenden Systematisierung eine »Theorie aller möglichen Maschinen« bilde: »Die Erfindung wird geplant!« (Ropohl, 2004, S. 17) Oder weniger pathetisch: »Auf der Seite der Forschung schafft die Allgemeine Technologie die Grundlage für eine Methodologie planvollen Erfindens« (S. 18). (Ich spreche von einer »frühen« Arbeit, da das betreffende Kapitel bereits 1971 als Aufsatz publiziert wurde; und damit vor vielen von Ropohls systemtheoretischen und technikphilosophischen Veröffentlichungen.) – Dass auch später noch die Systemtheorie zum Teil mit Ropohl durchging, zeigt *Sinnbausteine für ein gelingendes Leben* (Ropohl, 2003), eine Arbeit, die einen systemtheoretischen Baukasten für ein gutes Leben liefern will, einen »Sinnbaukasten« (S. 142) aus »Grundbausteinen«, »Ergänzungsbausteinen« und »Spielbausteinen«. Ropohl erklärt: »So lautet die Gebrauchsanweisung für dieses Buch: Man nehme die Grundbausteine G und bilde daraus das Sinnfundament. Dann wähle man nach eigenem Ermessen einige Ergänzungsbausteine E und füge sie dem Sinngebäude hinzu. Mit größter Aufmerksamkeit prüfe man schließlich, ob man den einen oder anderen Spielbaustein S wirklich braucht oder nicht besser ohne dieses brüchige Material auskommt.« (S. 10) Im Bereich der Gestaltung eines gelingenden Lebens wird es noch viel deutlicher als in der Technikgestaltung, wie absurd die Idee eines konstanten Vorrats an Bausteinen ist, »aus dem sich jeder sein eigenes Sinngebäude zusammenstellen kann« (S. 142). Denn jede menschliche Handlung verschiebt die Gewichtungen und Grenzen zwischen Wichtigem und Unwichtigem, Relevantem und Irrelevantem, Positivem

darauf, indem er vorschlägt, »die Erfindungsaufgabe zunächst so abstrakt wie möglich« (S. 272) zu formulieren. Jedoch gerät man hierbei in das Problem der vertikalen Differenzierung: Welches ist der geeignete Abstraktionsgrad für eine Fragestellung? Und dabei gilt auch: je abstrakter, desto gehaltloser – wie im Zusammenhang der Diskussion von TRIZ bereits betont. Zudem sind konkrete technische Lösungen eben: konkret. Abstrakte Formulierungen müssen daher schrittweise an den Detailgrad spezifischer technischer Lösungen herangeführt werden. Und dies wiederum erfordert, wie oben diskutiert, »zusätzliche Information« (S. 274) – was damit auch Ropohl anerkennt. Die Unterteilung in Systemelemente auf einer bestimmten Hierarchiestufe, das Problem der horizontalen Differenzierung, kann also nicht durch eine Bewegung hin zu Ebenen höherer Abstraktheit umgangen werden, da der Rückweg nicht eindeutig ist. Ropohl recurriert also sowohl bei seinem intuitionistischen als auch bei seinem rationalistischen Konzept auf kreative Anteile, die er selbst nicht einholen kann.

Ich möchte dieses Problem daher von einem anderen Blickwinkel betrachten und gehe hierzu erneut von einer Schraube aus; und zwar von einem konkreten Artefakt, einer bestimmten Verbindungsschraube. Eine solche Verbindungsschraube verwendet man üblicherweise – wie die Bezeichnung bereits nahelegt – zum Verbinden verschiedener Bauteile. Nun könnte man bei Betrachtung der Schraube jedoch auch auf die Idee kommen, das Gewinde der Schraube nicht nur als Mechanismus zum Eindrehen und Fixieren zu verwenden. Es ließe sich auch denken: Kann nicht die Schraube axial stillstehen und die Bewegung auf andere Teile übertragen werden? Dies wäre – unter der Annahme, dass es diese Konzepte nicht bereits gäbe – die Geburt einer Lineareinheit mit Spindelantrieb oder eines Schneckengetriebes. Die Bewegung der Schraube beim Eindrehen würde hier also vertauscht gegen die Bewegung des mit dem Gewinde in Kontakt stehenden Teils. Kurz: Die Schraube wurde damit *umgedeutet* – und zwar von einem Verbindungs- in ein Bewegungs- oder Übertragungselement. Sie nimmt damit eine stark veränderte systematische Rolle ein, auch auf der gleichen Abstraktionsebene. Die Grenze zwischen Relevantem und Irrelevantem wurde neu gezogen. Doch damit nicht genug; es sind durchaus weitere Deutungen denkbar: Schrauben können als Dichtungsschrauben oder Messschrauben wirken. Und selbst Bewegungsschrauben können noch auf weitere Weisen interpretiert werden. Es muss kein anderes materielles Bauteil sein, welches sie bewegen; dies können ebenfalls stückige Feststoffe oder Flüssigkeiten sein (»Schneckenförderung«, »archimedische Schraube«).¹³⁹ Nun könnte man einwenden: Entsteht dieses Umdeuten nicht einfach durch einen Wechsel zu abstrakter gefassten Funktionen? Diese sind zweifellos involviert; jedoch *einfach* ist dieser Wechsel nicht. Denn eine konkrete *Verbindungsschraube* instantiiert erst einmal eindeutig die Funktion »Verbindung«. Von hier aus führt jedoch kein Weg zu »Bewegung« oder »Transport« oder »Abdichtung«. Man könnte durchaus sagen, die genannten Funktionen werden an die Schraube herangetragen. Jedoch gibt es deutlich mehr abstrakte Funktionsbeschreibungen als sinnvolle Funktionen, die durch eine Schraube realisiert werden können (zumindest sofern diese

und Negativem – Unterscheidungen, die zudem von jeder und jedem in jeder Situation neu getroffen werden können bzw. müssen und für deren Bewertung die bisherige je eigene Biographie entscheidend ist.

139 Verschiedene Schraubentypen zählen Wittel, Jannasch, Voßiek und Spura (2017, S. 239–240) auf.

noch als Schraube wirkt): Magnetisierung, Stromleitung, biologische Reaktion, Kernfusion etc. Bei solchen neuen Interpretationen ist der Weg durch die Hierarchieebenen technischer Systematisierungen also in beide Richtungen – hin zum Abstrakten sowie hin zum Konkreten – nicht eindeutig. Im Gegensatz zu Descartes' Methode, die als Ausgangspunkt nur zulässt, was »evident« ist und sich »klar und deutlich« zeigt, und im Gegensatz zu technikwissenschaftlichen Methoden, die von den gleichen Prämissen ausgehen, lässt sich also festhalten: Die tatsächlichen Evidenzen sind häufig nicht so klar und v.a. nicht eindeutig. Eine Schraube lässt sich *als* ganz Unterschiedliches betrachten. Ich halte es daher für plausibler, davon auszugehen, dass konkrete Gegenstände das Potential haben, Systematisierungen zu überschreiten bzw. zu sprengen.¹⁴⁰

Und hier sehe ich eine wichtige Spur für die Entstehung technischer Neuerungen und damit auch für neue Systematisierungen. Zudem wird nun das Verhängnisvolle an der Gleichsetzung von »Artefakt« und »Sachsystem« deutlich. Artefakte sind physische Gegenstände. Sie können damit auf verschiedene Weise gedeutet und in Systematisierungen eingegliedert werden. Systeme – und damit auch Sachsysteme – sind dagegen schon Deutungen der Wirklichkeit. Das eine ist etwas Physisches, ein raum-zeitlicher Gegenstand, das andere etwas Symbolisches, eine Bedeutungseinheit. Um diese Unterscheidung einzufangen und um damit auch technische Neuerungen abbilden zu können, muss der systemtheoretische Zugang erweitert werden um eine Dimension der Interpretation oder Deutung.¹⁴¹ Auch dies ist Ropohl selbst bewusst (geworden). In einer neueren Schrift notiert er: »Erst die systemtheoretische Darstellung konstruiert Systeme« (Ropohl, 2012, S. 52). Systeme seien damit »perspektivische Konstruktionen und Interpretationen« (Ropohl, 2012, S. 51). – Neben diesen knappen Anmerkungen geht der Autor jedoch nicht weiter darauf ein. In diesem Sinne also ist die Systematisierung nicht Gegenstand der Systemtheorie: Einerseits behandeln sie einschlägige Autoren kaum. Andererseits – und vor allem – befasst sich die Systemtheorie mit *Systemen* und deren Grundbegriffen. Die kreativen und interpretatorischen Anteile bei der Systematisierung werden von diesen Grundbegriffen jedoch nicht abgebildet.

2.4 Phänomene und Deutungen

Es stellt sich also die Aufgabe, Deutungen für die Technikwissenschaften sprachfähig zu machen und damit gezielt die Systemperspektive zu erweitern. Hierzu möchte ich zunächst über die philosophische Phänomenologie an das heranzuführen, was dabei gedeutet wird: Phänomene. Anschließend sollen die Freiheiten und Einschränkungen beim Deuten von Phänomenen, besonders von technischen Phänomenen, betrachtet werden. Dies eröffnet einen Zugang zur technikwissenschaftlichen Kreativität und macht es möglich, spezifische Reize des technischen Arbeitens in den Blick zu bekommen.

140 Um damit an die unschöne Rede von »disruptiven Technologien« (»disruptive innovations«) anzuknüpfen.

141 Ich verwende beide Begriffe hier synonym.