

eine Kopfschmerztablette, liefern die Inhaltsstoffe eine mögliche Einteilung in Elemente, also z.B. der Wirkstoff Aspirin (chemisch: Acetylsalicylsäure) sowie weitere Hilfsstoffe (z.B. Cellulose, Lactose oder Stärke), die zusammen zu einer Tablette verpresst werden. Für manche Produktgruppen sind sogar die zulässigen Elemente gesetzlich vorgeschrieben. Typisch hierfür ist das deutsche Reinheitsgebot, welches die Zutaten festlegt, die beim Bierbrauen zum Einsatz kommen dürfen. Noch ein Kommentar zu den beiden zuletzt genannten Beispielen: Medikamente wie auch Nahrungsmittel betrachte ich explizit als Techniken, als funktionale physische Artefakte. Bei Pharmazeutika ist dies relativ eindeutig. Sie basieren auf verlässlichen Kausalitäten, die wirken, ob man sich ihrer bewusst ist oder nicht; dies unterscheidet sie von Placebos, deren Wirkung – zumindest zu einem gewissen Grad – deutungs- und glaubensabhängig ist. Nahrungsmittel stellen dagegen üblicherweise Mischformen dar, jedoch mit ausgeprägten technischen Anteilen. Ihre Sättigungsfunktion erfüllen sie auch dann, wenn man nicht darauf achtet.<sup>114</sup> Ähnlich verhält es sich mit der berauschenenden Wirkung des Bieres. Darüber hinaus haben Nahrungsmittel jedoch auch eine ästhetische Dimension, die erst bewussten Wahrnehmungs- und Deutungstätigkeiten zugänglich wird, wie eingangs für das Beispiel Kaffee skizziert.<sup>115</sup>

### 2.3.3 Technikstile

Die vorangegangenen Ausführungen legen ein Problem nahe: Es ist eine unüberblickbare Vielfalt technischer Systembildungen möglich; bereits wenige Elemente lassen eine Vielzahl an Kombinationen zu. Selbst die Systematisierungen<sup>116</sup> in nur einer Subdisziplin, etwa dem Maschinenbau oder der Verfahrenstechnik, weisen eine so große qualitative Kompliziertheit – also Anzahl an unterschiedlichen Elementen – auf, dass aus der Systemperspektive kaum verständlich wird, wie Ingenieur\*innen sich darin orientieren und damit arbeiten können. Um die Frage nach dem Umgang mit dieser Vielzahl an Optionen zu beantworten, möchte ich auf zwei Konzepte aus der Wissenschaftstheorie zurückgreifen: auf Paradigmen und Stile. Der Paradigmenbegriff, wie ihn Kuhn (1962/1970) einführt,<sup>117</sup> umfasst allerdings verschiedene, teils deutlich abweichende Bedeutungen, was Margaret Masterman (1970) bereits früh gezeigt hat.<sup>118</sup> Von Kuhns Verwendungsweisen scheinen mir zwei zentral: erstens, Paradigmen als spezifische Beispiele erfolg-

<sup>114</sup> Dies ist übrigens ein Beispiel, welches auch Hume im Rahmen seiner Überlegungen zur Kausalität diskutiert (Hume, 1748/2007, Sec. IV, Part 1, S. 20).

<sup>115</sup> Vgl. Abschnitt 1.5. Ähnliche Mischformen aus Technik und Kunst wurden oben bereits in der Architektur und im Design angetroffen; siehe Abschnitt 2.1.6. Auch viele Nahrungsmittel könnten daher mit Fug und Recht als Design-Gegenstände bezeichnet werden.

<sup>116</sup> Um begriffliche Verwirrungen zu vermeiden: Ich verwende *Systematisierung* für die Aufteilung eines Phänomenbereichs in Elemente und *Systembildung* für die Zusammenstellung eines spezifischen Systems aus einem Vorrat an Elementen.

<sup>117</sup> Wie Blumenberg (1981b) zeigt, wird der Ausdruck allerdings in einem sehr ähnlichen Sinn bereits von Lichtenberg gebraucht; für ihn hat etwa die kopernikanische Physik die Rolle eines richtungsweisenden Beispiels, das er als »Paradigma« bezeichnet.

<sup>118</sup> Konkret meint Masterman, in Kuhns »quasi-poetic style« mindestens 21 unterschiedliche Verwendungen identifizieren zu können: »[H]e uses 'paradigm' in not less than twenty-one different senses in his [1962], possibly more, not less.« (Masterman, 1970, S. 61)

reicher Problemlösungen in einer wissenschaftlichen Disziplin; zweitens, Paradigmen als Stile, Forschung in einem Feld zu betreiben. Im zweiten Punkt habe ich damit die Wortwahl von Fleck (1935/2017) an Kuhns Analyse herangetragen, um eine Unterscheidung in seiner Theorie deutlicher hervortreten zu lassen. Für die konkreten Beispiele, die Kuhn analysiert – das sind v.a. solche der Physik – hat es eine gewisse Plausibilität, die erste und zweite Verwendung in eins zu setzen oder zumindest stark anzunähern. Denn Naturwissenschaften im Allgemeinen und die Physik im Besonderen streben nach einem kohärenten Aufbau. Es können damit einzelne Beispiele für das Ganze richtungsweisend werden. Dies trifft jedoch nicht auf die Technikwissenschaften zu. Hier wird näher am Einzelnen und Konkreten gearbeitet. Technische Beispiele finden sich daher primär in Artefakten und physisch realisierten Funktionen – und diese weisen eine große Heterogenität auf. Ich möchte Paradigmen und Stile daher hier trennen.<sup>119</sup>

Unter Paradigmen sollen Beispiele erfolgreicher technischer Problemlösungen verstanden werden, also besonders richtungsweisende Artefakte und Prozesse, physisch verkörperte Funktionen und Funktionskombinationen.<sup>120</sup> Dies korrespondiert der ersten genannten Bedeutung bei Kuhn. Solche Problemlösungen sind, wie ebenfalls von Kuhn beschrieben, in Lehrbüchern zu finden, z.B. in Form typischer Übungsaufgaben oder Beispiele. Und zweifellos beeinflussen solche Paradigmen damit das technische Arbeiten. Allerdings sind kaum einzelne Errungenschaften in einer ähnlichen Weise prägend für eine technische Disziplin oder Subdisziplin, wie es die einsteinsche Relativitätstheorie für die Physik ist. Sie leisten viel mehr einen lokalen Beitrag in einer deutlich größeren Struktur, welche ich mit dem Stilbegriff charakterisieren möchte. Paradigmen hängen damit nach einer Art wittgensteinscher »Familienähnlichkeit« zusammen und bilden erst in diesem übergreifenden Zusammenhang einen Stil.<sup>121</sup> Denn einzelne erfolgreiche Beispiele weisen zwar ein diffuses Netz an Ähnlichkeiten auf, jedoch ohne, dass allen dabei gewisse Eigenschaften gemein wären.<sup>122</sup> Erst der Nachvollzug einer Vielzahl an Paradigmen erlaubt es daher, in einen technischen Stil einsozialisiert zu werden.<sup>123</sup>

Die beschriebenen Paradigmen sind also in der technikwissenschaftlichen Literatur dokumentiert. Um dies für verschiedene Technikbereiche und verschiedene Abstraktionsniveaus etwas greifbarer zu machen, möchte ich einige Beispiele anführen. Das

<sup>119</sup> Eine Vielzahl an möglichen begrifflichen Kandidaten für die Phänomene der Paradigmen und Stile in der Technikgestaltung diskutiert Hughes (1993).

<sup>120</sup> Die Verwendung von »Paradigma« im Sinne von »einflussreiches Beispiel« ist nicht unbekannt in der Technikreflexion. In diesem Sinne verwendet z.B. Petroski (1994) den Paradigmen-Begriff, allerdings um Negativbeispiele – konkret: Schadensfälle – vorzuführen, aus denen zu lernen und die entsprechend zu vermeiden sind.

<sup>121</sup> Vgl. Abschnitt 67 der *Philosophischen Untersuchungen* (Wittgenstein, 1953/2003, S. 56–58).

<sup>122</sup> Ähnlich habe ich das bereits früher ausbuchstabiert, vgl. Kuhn (2019).

<sup>123</sup> Im Anschluss an Kuhns Vorgänger Ludwig Fleck (1935/2017) greift auch Glotzbach (2006) auf den Stilbegriff zurück. Verglichen mit Glotzbach, der auch emotionale Anteile direkt in sein Stil-Verständnis aufnimmt, vertrete ich allerdings einen nüchterneren Stilbegriff. Der hier zugrunde gelegte Begriff ähnelt Stilen in der Kunst; so erläutert etwa Feige (2014, bes. S. 91–92) »Stil« im Kontext seiner Philosophie des Jazz. Ähnlich spricht Mildenberger (2006, S. 95) von Technikstilen und verweist auf Hård und Knie (1999). National unterschiedliche Technikstile stellen auch König (1999) und Radkau (2008) dar.

Lego-Spiel – das zumindest technik-ähnlich ist – orientiert sich an den Beispielen, die in verschiedenen Bauanleitungen und in zunehmenden Maße auch im Internet zu finden sind. Für den Möbelbau trägt etwa das *Handbuch der Konstruktion Möbel und Einbauschränke* einzelne Elemente zusammen, von Werkstoffen bis zu »Grundkonstruktionen«, sowie Beispiele verschiedener Möbel, d.h. erfolgreiche Systembildungen (Nutsch, 2015). Im Maschinenbau sind Paradigmen zu finden in Büchern wie *1000 Konstruktionsbeispiele für die Praxis* (Krahn, Eh und Lauterbach, 2010), inkl. Prinzipskizzen und technischen Zeichnungen. Im Kapitel *Die Verfahrensstufe* (Kögl und Moser, 1981, S. 13–35) stellen die Autoren die grundlegenden Bausteine der Verfahrenstechnik vor sowie übliche Betriebsmodi (diskontinuierlich, kontinuierlich, halbkontinuierlich) und Strömungsführungen (Gegenstrom, Gleichstrom, Kreuzstrom), also typische Bausteine zur Realisierung verfahrenstechnischer Prozesse. Bewährte verfahrenstechnische Gesamtsysteme sind etwa dokumentiert im Buch *Verfahrenstechnik in Beispielen* (Draxler und Siebenhofer, 2014), wo bei der Fokus primär auf Berechnungen gelegt wird. Analoge Publikationen für die Bau-technik sind *Construction Technology: An Illustrated Introduction* (Fleming, 2005) sowie *Beispiele aus der Baupraxis* (Vismann, 2017); das zweite behandelt wiederum verstärkt Berechnungen.

Auf einem höheren Abstraktionslevel trifft man auf Werke wie *Prinziplösungen zur Konstruktion technischer Produkte* (Koller und Kastrup, 1998), in dem physikalische Grundfunktionen in den Umsatz von Stoff, Energie und Daten- bzw. Information eingeteilt werden.<sup>124</sup> Der Großteil des Buches wird von einem »Prinzipkatalog« eingenommen (S. 49–498), welcher unterteilt ist in »[m]echanische Effekte«, »[f]luidmechanische Effekte«, »[e]lektrische und magnetische Effekte« sowie »[o]ptische Effekte«, von denen die einzelnen Prinzipien dann auch nur knapp in Tabellenform präsentiert werden, welche die »Elementarfunktion« inkl. abstraktem Symbol, eine »Prinzipskizze«, ein »Gesetz«, d.h. einen physikalischen Zusammenhang, eine Anmerkung und ggf. noch Literaturverweise enthält. Im Buch *Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse* (Blass, 1997) wird ein methodisches Vorgehen für die Prozessgestaltung vorgestellt, dieses aber ebenfalls an konkreten Beispielen illustriert. In der Elektrotechnik finden sich Übersichten wie *Hardware Design. Formaler Entwurf digitaler Schaltungen* (Keller und Paul, 1995); hier werden grundlegende Bauteile und ihre Funktionen sowie Beispiele für ihre Verknüpfung präsentiert. In diesen und ähnlichen Werken werden damit technische Paradigmen auf verschiedenen Abstraktionsniveaus vorgeführt.

Solche Paradigmen wiederum leiten die Bildung neuer Systeme und damit die Erarbeitung neuer technischer Lösungen an. Denn wurde durch die Rezeption etablierter Paradigmen der »gute Stil« einer Disziplin gelernt, lässt sich dieser auch in neuen, hinreichend familienähnlichen Varianten umsetzen. Stile bändigen damit die unüberblickbare Vielfalt an Möglichkeiten, die jede technische Subdisziplin aufspannt. Darüber hinaus zeigen die angeführten Beispiele noch einmal, dass es in den Technikwissenschaften nicht nur um das Zusammenfügen vorgegebener Hardware-Bauteile geht. Ein wichtiger Bestandteil technischen Arbeitens sind ebenfalls Berechnungs- und Auslegungsverfahren. Meinem engen Technikbegriff entsprechend soll jedoch nur mit Blick auf Artefakte

<sup>124</sup> Analog wird dies ebenfalls in der sogenannten Allgemeinen Technologie sortiert (Wolffgramm, 1978; Ropohl, 2009a; Wolffgramm, 2012).

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.<sup>125</sup> 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.<sup>126</sup>

### 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 gesehen 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

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

<sup>126</sup> 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.