

nung befindliche verfahrenstechnische Anlage sollen zwei Rohre, die Chemikalien leiten, miteinander verbunden werden. Die erste Idee ist, die Rohre zu verlöten. Im Entwicklungsverlauf des Gesamtprozesses zeigt sich jedoch, dass der Druck in den Rohren höher sein muss als ursprünglich gedacht. Aus diesem Grund besteht die nächste Idee darin, die beiden Rohre mit einer Schweißnaht zu verbinden. Nun wird die Anlage jedoch weiter konkretisiert und auch ihre praktische Umsetzbarkeit in den Blick genommen. Dabei wird deutlich, dass an der Kontaktstelle der beiden Rohre aus Montagegründen eine lösbare Verbindung nötig ist. Idee drei besteht daher aus einer verschraubten und mit einer Dichtung versehenen Flanschverbindung. – Selbst wenn man annimmt, dass dies die einzigen Änderungen im Gestaltungsprozess sind, die sich als nötig erweisen, hätte man bereits zwei Fiktionen produziert, die so nicht realisiert werden. Da jedoch eine gesamte neue Anlage entworfen werden soll, ist es unwahrscheinlich, dass dies die einzige »Stelle« ist, an der verschiedene Varianten angedacht werden. Kommen noch weitere hinzu potenziert sich die Anzahl an technischen Fiktionen. Dies unterstreicht, dass selbst bei vergleichsweise geradlinigen Gestaltungsprozessen sehr schnell eine Vielzahl an Fiktionen entsteht, die Fiktionen bleiben.

Das Grundscheema der VDI 2221 hält also wichtige Impulse für die Theorie technischer Fiktionen bereit. Trotzdem weist die Richtlinie verschiedene blinde Flecken auf. Sie kann technische Ideen nicht angemessen ontologisch verorten – und damit auch solche nicht, die verworfen werden. Zudem räumt die VDI 2221 dem zugrunde gelegten Wissens- und Könnensstand keinen Platz ein. Dabei beginnt keine technische Entwicklung ganz von neuem, stets wird auf bewährte Elemente und Bausteine zurückgegriffen, an Paradigmen angeknüpft und innerhalb von Stilen gearbeitet. Und auch individuelle Techniker\*innen kommen in diesem Rahmenwerk kaum vor. Doch es sind zweifellos sie, die technische Fiktionen hervorbringen, sie imaginativ vervollständigen, sie konkretisieren und zum Teil wieder verwerfen. Weiterhin kommt die soziale Einbettung von Technik in der VDI 2221 nicht in den Blick. Jedoch keine Technikentwicklung ist losgelöst von ökonomischen, rechtlichen und – mittelbar – gesellschaftlichen Aspekten. Im Folgenden sollen diese Themen daher in der Auseinandersetzung mit weiteren Ansätzen aufgegriffen werden.

### 3.4.2 Kombinatorische Modelle

Die Wissensbasen, auf die in der Gestaltung zurückgegriffen wird, können durch Zugänge zu Wort kommen, die ich als kombinatorische Modelle bezeichne. Ebenso wie die systematische Konstruktion schließen auch diese Modelle der Technikentwicklung an systemtheoretisches Denken an. Doch während die systematische Konstruktion einzelne Entwicklungsprozesse in ihrem zeitlichen Ablauf betrachtet, adressieren kombinatorische Modelle die Bausteine der Technikentwicklung auf größeren Zeitskalen. Sie untersuchen die Elemente, aus denen immer wieder neue technische Systeme gebildet werden. Ein solcher Ansatz ist durchaus verbreitet. So formuliert etwa Schumpeter in seiner *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung* (Schumpeter, 1911, S. 21):

Technisch wie wirtschaftlich betrachtet heißt [...] Produzieren die in unserm Bereiche vorhandenen Dinge und Kräfte kombinieren. Eine jede Produktionsmethode bedeu-

tet eine bestimmte solche Kombination. Verschiedene Produktionsmethoden können sich nur durch die Art und Weise unterscheiden, wie sie kombinieren, also entweder durch die kombinierten Objekte oder durch das Verhältnis zwischen deren Mengen. Jeder konkrete Produktionsakt verkörpert für uns [...] eine solche Kombination.

Auch Abbott Payson Usher verwendet eine ähnliche angewandte Kombinatorik als Basis für seine technikhistorischen Arbeiten. Er begreift technischen Wandel als »cumulative synthesis« und analysiert, wie technische Elemente historisch immer wieder neu zu komplizierteren Techniken zusammengeführt werden, die ihrerseits nachfolgend als Bausteine zur Verfügung stehen (Usher, 1988, S. 56–83, bes. 66–69). Ropohl diskutiert ebenfalls »Erfindung als neuartige Kombination von bekannten Elementen« (Ropohl, 2009a, S. 269). Und Guru Madhavan (2016, S. 21) betont: »The core of the engineering mind-set is what I call modular systems thinking.«

Eine ähnliche Sichtweise wurde vor einigen Jahren vom britischen Ökonomen W. Brian Arthur (2009) stark gemacht. Arthur untersucht technischen Wandel und stellt besonders die Frage nach der Zunahme der Geschwindigkeit dieses Wandels. Seine Hauptthese ist dabei, »that technologies, all technologies, are combinations« (Arthur, 2009, S. 23). Jedoch auch die Kombinationen, aus denen diese Verbindungen gebildet werden, stellen selbst wiederum Kombinationen dar: »each component of technology is itself in miniature a technology« (S. 5) – oder ausführlicher: »[N]ew elements (technologies) are constructed from ones that already exist, and these offer themselves as possible building-block elements for the construction of still further elements.« (S. 167) Dies liefert auch die gesuchte Erklärung für die Zunahme der Geschwindigkeit technischen Wandels: »Certainly we can say that as the number of technologies increases, the possibilities for combination also increase.« (Arthur, 2009, S. 172) Konkret: Wenn neue Kombinationen wiederum als Element zur Verfügung stehen, steigt die Anzahl an technischen Elementen exponentiell. Denn es ist gerade charakteristisch für exponentielles Wachstum, dass die Änderungsrate abhängig vom gegenwärtigen Zustand ist. Seinem recht einfachen Ansatz entsprechend simuliert Arthur technischen Wandel durch randomisierte Kombinationsprozesse und stellt – wenig überraschend – ein exponentielles Wachstum fest (S. 172–174, 181–185).

Arthurs Modell ist zugute zu halten, dass es vergleichsweise einfach ist und für größere Zeitskalen sowie bei hinreichend abstrakter Betrachtung eine gewisse Erklärungskraft hat: Denn technischer Wandel scheint tatsächlich einen kumulativen Charakter zu haben<sup>116</sup> und diesen wiederum durch einen wachsenden Vorrat an kombinierbaren Elementen zu erklären, die ihrerseits aus vorausgegangenen Kombinationen entstanden sind, scheint intuitiv plausibel. Allerdings ist dies *nicht* die einzige mögliche Erklärung. Arthur sitzt damit einer problematischen Abduktion auf, die hier – so meine These – nicht der Schluss auf die *beste* Erklärung ist. Gegen immer weiter hierarchisch verschachtelte Techniken nach dem Vorbild einer Matryoschka-Puppe, welche aus den immer gleichen Elementen gebildet werden, ist stark zu machen, dass einzelne Elemente sich im Verlauf der Technikgeschichte nicht konstant durchhalten. Sie werden dagegen vielfach

116 Dies wurde vielfach festgestellt und analysiert, etwa von Julliard (2003, S. 74) und besonders ausführlich von Parayil (1999, bes. S. 124, 143, 161).

verzerrt, umgedeutet, neu interpretiert, zweckentfremdet und in andere Kontexte versetzt. In diesem Sinne ziehen erfolgreiche technische Lösungen – besonders wenn sie eine bestimmte Erfindungshöhe aufweisen – die Grenzen technischer Systematisierungen immer wieder neu und verschieben die Unterteilungen in Elemente.<sup>117</sup> Technikentwicklung gleicht daher nicht einem Lego-Set, das mit einem Vorrat an Bausteinen startet und im weiteren Verlauf bestimmte bewährte Kombinationen als zusätzliche (kombinierte) Komponenten integriert. Im technischen Arbeiten werden dagegen selbst vielfach die Bausteine oder Elemente umgedeutet und daraufhin gezielt verändert.

Problematisch ist weiterhin, dass bei Arthur die Technikentwicklung zu einem quasi-autonomen Vorgang wird; es ist die Rede von einem »process of self-creation«, von »technology creates itself out of itself« (S. 169) und auch von »technology is autopoietic« (S. 170). Der Autor spricht ebenfalls von »evolution« (25–23) und bezeichnet die Kombinationsprozesse, die nach seiner Theorie technischem Wandel zugrunde liegen, als »mechanisms of evolution« (S. 167–189). Evolutionsmetaphern tragen dagegen im Bereich der Technikentwicklung nicht, »weil sie den Unterschied zwischen blinder Naturwüchsigkeit und zielstrebigem Handeln vernachlässigen«, wie Ropohl (2009a, S. 252) treffend feststellt.<sup>118</sup> Selbst wenn die – sehr randständigen – Bemerkungen zur Rolle des Menschen bei der Gestaltung von Technik (S. 129, 169–170) stark gewichtet werden, muss man Arthur zumindest eine stark missverständliche und mittelbar gefährliche Redeweise vorhalten: Sie schürt zumindest das diffuse Gefühl, die Technikentwicklung würde automatisch und autonom fortschreiten. Dies wiederum verunmöglicht eine bewusste und gezielte Gestaltung von Technik sowie die Zuschreibung von Verantwortung. Auch auf den Einwand, dass der Technikentwicklung empirisch in der Tat vielfach etwas Zwanghaftes innewohne, ist zu entgegnen, dass hier ein Sein-Sollen-Fehlschluss vorliegt: Selbst wenn dies teilweise der Fall ist, folgt daraus noch nicht, dass es so sein sollte. Gegen Arthurs Zugang macht also die Theorie technischer Fiktionen die Rolle von bewussten Entscheidungen, von Vorstellungen und Imaginationen beim Gestaltungsprozess stark. Sie bilden mittelbar auch die Basis für eine verantwortungsvolle Technikgestaltung – ein Thema, das im folgenden Kapitel vertieft wird.

Neben ihren problematischen Aspekten hat Arthurs Analyse allerdings den Vorteil, den Wissensvorrat in den Fokus zu rücken, der in jede konstruktive Tätigkeit einfließt. Denn neue Techniken entstehen nicht aus dem Nichts (»from nowhere«) (Arthur, 2009, S. 2). Da also gilt »every technology stands upon a pyramid of others«, gewinnt auch die Technikgeschichte an Bedeutung: »history is important« (S. 170). Gestalterisches Handeln wird damit in eine historische Perspektive gestellt. Technische Probleme der Gegenwart bestehen nie darin, einzelne Artefakte von Grund auf neu zu gestalten. Das technische Gestalten ist vielmehr in den Verlauf der Geschichte vorheriger Techniken sowie

117 Der Gedanke, dass sich die Systematik eines Gegenstandsbereiches durch erfolgreiche Handlungen verschiebt bzw. verschieben kann, spielt eine zentrale Rolle im Denken von Daniel Martin Feige. In Feige (2012) und Feige (2015, bes. S. 133–185) argumentiert er, dass Kunstwerke und künstlerische Handlungen die Grenzen zwischen Kunstarten und Stilen aktiv verändern. In Feige (2014) zieht er einen analogen Gedanken zur Analyse des Jazz-Solierens und in Feige (2018) zum Verständnis des Designs heran. Dies berührt sich stark mit meiner Diskussion der Probleme der Systematisierung in Abschnitt 2.3.4.

118 Eine analoge Kritik äußert Parayil (1999, S. 100–101).

der Technikwissenschaften eingebunden. Es ist demnach nicht nur die zeitliche Entwicklung einzelner technischer Artefakte zu beachten, wie dies Gegenstand der systematischen Konstruktion und damit der VDI 2221 ist, sondern diese Entwicklungen sind vor dem Hintergrund des je aktuellen Standes des technischen Wissens und Könnens zu sehen. Technische Fiktionen sind beeinflusst und inspiriert von bereits realisierten erfolgreichen Techniken – von Paradigmen –, sie orientieren sich an dem Stil einer Disziplin, an der Art und Weise wie gute Techniken in der Vergangenheit gestaltet wurden.<sup>119</sup> Bestimmte technische Fiktionen sind daher nur möglich und verständlich, weil ihnen andere Fiktionen sowie technische Realitäten vorangegangen sind. Die solchermaßen historisch gewachsene technische Formen- und Funktionensprache ist das, womit technische Fiktionen »formuliert« werden. Analog Arthur (2009, S. 76):

A new device or method is put together from the available components – the available vocabulary – of a domain. In this sense a domain forms a language; and a new technological artifact constructed from components of the domain is an utterance in the domain's language.

Und auch Hård und Knie (1999) sprechen von einer »grammar of technology« und arbeiten Analogien zwischen der Verbalsprache und dem Vokabular eines Gestaltungsstils heraus (konkret am Beispiel der Konstruktion von Dieselmotoren in Deutschland und Frankreich zwischen 1920 und 1940). Solche Analogien sind natürlich Wasser auf den Mühlen einer fiktionstheoretischen Annäherung an die technische Gestaltung. Jedoch zeigt der Vergleich mit der Verbalsprache – gegen Arthur – ein weiteres Mal: Auch Worte sind keine konstanten Bedeutungseinheiten oder -atome. Jeder Sprechakt arbeitet – potentiell – an einer Weiterentwicklung oder Verschiebung ihrer Bedeutung mit. Sofern also die Analogie zwischen der Verbalsprache und der Sprache der technischen Gestaltung trägt, gilt dies ebenfalls für die Elemente der Technik.

Der Rekurs auf Paradigmen und Stile der Technikgestaltung, auf ihre »Sprache«, auf die Bausteine, die als Basis für neue Kombinationen und Uminterpretationen zur Verfügung stehen, macht auch auf eine Lücke in der Fiktionstheorie aufmerksam. Denn in diesem Forschungsfeld bleibt üblicherweise offen, wie Ideen für Fiktionen aufgefunden und ausgearbeitet werden. Die Frage nach Autorinnen und Autoren sowie v.a. nach deren Arbeitsweise und ihren Wissensquellen wird kaum gestellt.<sup>120</sup> Autor\*innen kommen innerhalb der Fiktionstheorie nur sehr verkürzt vor, etwa wenn die Autorenintention zur Abgrenzung von Fiktion und Nicht-Fiktion herangezogen wird. Will man diesbezüglich genauer Auskunft erhalten, muss man sich von der Fiktionstheorie ab- und praxisnaher Literatur zuwenden, etwa Schreibratgebern, oder aber Selbsteinschätzungen von Künstler\*innen. Für das literarische Erzählen stellt beispielsweise Gesing (2015) Bausteine für Themen, Figuren und Settings, Strategien zur Entwicklung von Handlungen sowie verschiedene Erzähltechniken zusammen. Im englischsprachigen Raum ist ebenfalls der

119 Vgl. Abschnitt 2.3.3.

120 Dies zeigen selbst breit angelegte Textsammlungen, wie die von Jannidis, Lauer, Martinez und Winko (2000); die im Folgenden angesprochenen Aspekte finden sich in den dort zusammengeführten Texten allerdings nicht.

Rekurs auf sogenannte »master plots« populär (Tobias, 2003). Viele Werke enthalten zudem Übungen, die den handwerklich-praktischen Charakter der fiktionalen Arbeit unterstreichen (Bell, 2004). Und natürlich ist die Gestaltung ästhetischer Fiktionen nicht auf die Literatur beschränkt. Entsprechend finden sich ähnliche Ratgeber auch für den Film (Field, 2005) sowie für andere Medien. In jedem Fall bringt erst der Rückgriff auf Ratgeber- und Anleitungsliteratur die Wissensquellen und Gestaltungstechniken für die Produktion künstlerischer Fiktionen ins Spiel. Erst dadurch lässt sich also die Analogie zum technischen Gestalten und seinen Wissensbasen, etwa zu Werken wie *1000 Konstruktionsbeispiele für die Praxis* (Krahn, Eh und Lauterbach, 2010), vervollständigen.

### 3.4.3 Psychologie und Kreativität

»Der Konstruktionsingenieur ist ein Mensch!« (Rutz, 1985, S. 1) Mit starker Emphase beginnt damit eine Studie zum technischen Gestalten. Der Autor sieht den »Menschen im Mittelpunkt« des Konstruktionshandelns: »Bei der Erforschung seiner Arbeits- und Handlungsweise ist man auf die Methoden der Psychologie angewiesen.« (S. 154) Dies ist paradigmatisch für eine psychologische Hinwendung zur technischen Gestaltung, die in den 1980er Jahren im deutschen Sprachraum einsetzte. In die gleiche Zeit fällt auch das DFG-Schwerpunktprogramm *Denkprozesse beim Entwerfen und Konstruieren*. Es wurde deutlich, dass sich reale Gestaltungsprozesse kaum durch einfache formale Modelle abbilden lassen. Damit einher ging seit den 1990er Jahren eine Aufwertung der Intuition und des impliziten Wissens in den technikwissenschaftlichen Disziplinen (Banse, Grundwald, König und Ropohl, 2006, S. 135–143). Anknüpfungen an die Arbeiten von Michael Polanyi zum »tacit knowledge« boten sich an (Polanyi, 1958/1974; Polanyi, 1966/2009) und ein Rekurs auf die Vorstellungskraft wurde (wieder) salonfähig, etwa in der Form von Fergusons »mind's eye« (Ferguson, 1977; Ferguson, 1994).<sup>121</sup>

Diese Erkenntnisse und Akzentverschiebungen schlugen sich in den Studien von Klaus Ehrlenspiel nieder. Er untersuchte beispielsweise empirisch, wie schnell Proband\*innen mit unterschiedlichen Erfahrungsniveaus bestimmte Aufgaben lösen können. Zudem wurde aufgeschlüsselt, wie viel Zeit sie auf die Phasen »Aufgabe klären«, »Konzipieren«, »Grobentwerfen« und »Feinentwerfen« verwenden. Dabei zeigte sich, dass gerade praxiserfahrene Personen stark zwischen diesen Phasen springen.<sup>122</sup> Zu ähnlichen Befunden kommt auch Nigel Cross. Er stellt fest, dass erfolgreiche Konstrukteur- und Designer\*innen nahtlos zwischen verschiedenen Aspekten einer Problemstellung wechseln, zwischen Theorie und Praxis, großen Zusammenhängen und kleinen Details, Ziel und Umsetzung. Zudem sehen sie Ziele nicht als ein für alle Mal feststehend an, sondern definieren sie während des Lösungsprozesses stetig genauer und formulieren sie zum Teil auch um. Er stellt zudem fest, dass erfolgreiche Konstrukteur\*innen in frühen Entwicklungsphasen parallel mehrere Alternativen ausarbeiten, jedoch zudem die Fähigkeit besitzen, Schritt für Schritt einzelne Aspekte festzulegen und damit die

121 In der Technikphilosophie reagiert Glotzbach (2006) auf diese Entwicklungen.

122 Kurz – und etwas verzerrt – vorgestellt von Banse, Grundwald, König und Ropohl (2006, S. 143–145); detaillierter im Original bei Ehrlenspiel und Meerkamm (2017, S. 145–147).