

auf die Fiktivität des Dargestellten. Ohne hinreichend deutliche Fiktionssignale bleibt das Fiktionsspiel unvollständig und kann daher scheitern.

3.4 Ausarbeitung technischer Fiktionen

Die bisher recht holzschnittartige Darstellung technischer Fiktionen soll nun weiter ausgearbeitet und angereichert werden. Dies geschieht im Dialog mit verschiedenen technischen, techniktheoretischen und technikphilosophischen Positionen. Die vorgestellten Zugänge werden dabei kritisch beleuchtet und Lücken in ihren jeweiligen Annäherungen an das Thema aufgezeigt. Eine immer wiederkehrende Lücke wird sein, dass die verschiedenen Ansätze nicht formulieren können, worin genau eine technische Idee oder ein ingenieurwissenschaftlicher Lösungsvorschlag besteht und wie damit umgegangen werden sollte. Dabei argumentiere ich dafür, dass gerade diese Lücke von der Theorie technischer Fiktionen geschlossen werden kann. Durch die Komplementarität der befragten Positionen sowie durch die Aufnahme wesentlicher Anregungen, die sie bieten, wird die Theorie technischer Fiktionen am Ende dieses Abschnittes in einer deutlich gehaltvolleren Form vorliegen, als dies bisher der Fall ist.

3.4.1 Systematische Konstruktion

Als erster Dialogpartner eignet sich besonders das technikwissenschaftliche Forschungsfeld der sogenannten systematischen Konstruktion. Dort wird nach Gemeinsamkeiten gesucht, die sich Entwicklungsprozesse in unterschiedlichen Anwendungsbereichen teilen: etwa im Maschinenbau, in der Verfahrenstechnik, in der Mikroelektronik oder in der Softwareentwicklung. Die Befunde werden dann von konkreten Fällen abstrahiert sowie systematisch aufbereitet und dargestellt. Daher nimmt die systematische Konstruktion auch Bezug auf die allgemeine Systemtheorie und die Systemtechnik. Konstruktive Prozesse werden in Analogie zu regelungstechnischen bzw. kybernetischen Problemen beschrieben; die Ergebnisse schlagen sich häufig in abstrakten Ablaufschemata und Verknüpfungsdigrammen nieder. Exemplarisch wird die systematische Konstruktion anhand der Richtlinie VDI 2221 vorgestellt (Verein Deutscher Ingenieure, 1993), die in konzentrierter Form die zentralen Konzepte umfasst und aufgrund ihrer breiten Rezeption als paradigmatisch gelten kann.¹⁰⁸

Im Kern der systematischen Konstruktion stehen Modelle, die den Verlauf des Entwicklungsprozesses beschreiben. In der VDI 2221 werden die zentralen Schritte eines Problemlösungsprozesses als »Problemanalyse«, »Problemformulierung«, »Systemsynthese«, »Systemanalyse« sowie »Beurteilung und Entscheidung« bezeichnet (S. 4). Wo-

108 Die deutschsprachige Diskussion bezieht sich häufig auf die VDI 2221 (Müller, 1990; Banse, Grundwald, König und Ropohl, 2006; Lindemann, 2009; Naefe, 2012; Naefe und Luderich, 2016; Kirchner, 2020) und auch international wird die Richtlinie wahrgenommen und referenziert (Cross, 2000, S. 41). Doch selbst wenn keine explizite Referenz auf die VDI 2221 vorliegt, findet sich eine Vielzahl analog aufgebauter Modelle in der Literatur (z.B. bei Ripperger und Nikolaus, 2020, S. 17); einen Überblick über die internationale Diskussion und die zahlreichen ähnlichen Schemata gibt ebenfalls Cross (2000).

bei zwischen den verschiedenen Schritten explizit Iterationen, »Wiederholungszyklen« (S. 4), vorgesehen werden. Es werden weiterhin die beiden Prinzipien »vom Abstrakten oder Allgemeinen zum Konkreten, Besonderen« sowie »vom Wesentlichen zum weniger Wesentlichen bzw. von den Hauptproblemen zu den Teilproblemen« (S. 5) als zusätzliche Heuristiken für den Problemlösungsprozess vorgeschlagen. Der fünfschrittige *allgemeine* Problemlösungsprozess wird anschließend spezifisch auf das *technische* Arbeiten zugeschnitten. Der resultierende Ablauf umfasst nun sieben Schritte und wird bezeichnet als »[g]enerelles Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren« (S. 9). Die angegebenen Schritte sind: (1) »Klären und Präzisieren der Aufgabenstellung« (Ergebnis: »Anforderungsliste«), (2) »Ermitteln von Funktionen und deren Strukturen« (Ergebnis: »Funktionsstrukturen«), »Suchen nach Lösungsprinzipien und deren Strukturen« (Ergebnis: »Prinzipielle Lösungen«), »Gliedern in realisierbare Module« (Ergebnis: »Modulare Strukturen«), (5) »Gestalten der maßgebenden Module« (Ergebnis: »Vorentwürfe«), (6) »Gestalten des gesamten Produktes« (Ergebnis: Gesamtentwurf), (7) »Ausarbeiten der Ausführungs- und Nutzungsangaben« (Ergebnis: »Produktdokumentation«).

Bei vielen Produkten steht am Ende, d.h. in Schritt sechs, eine technische Fertigungszeichnung. Dies gilt etwa für das Beispiel des selbst konstruierten Wohnzimmermöbels: Der Gestaltungsprozess endet mit einer Zeichnung. Und die Zeichnung kann nachfolgend direkt als Grundlage für die finale Realisierung dienen; zusätzliche Schritte sind nicht nötig. Die Richtlinie räumt jedoch ein, dass je nach Produkt der Konstruktionsprozess erweitert werden muss. Gegebenenfalls wird eine Phase des Versuchs und der »Erprobung« vorgesehen, wofür z.B. »Funktionsmuster« oder »Labormuster« zum Einsatz kommen. Gerade wenn es nicht um ein »Einzelprodukt« geht (wie besagten Tisch), sondern um ein »Kleinserien-Produkt« oder ein »Großserien-Produkt«, sind das »Funktionsmuster« sowie der »Prototyp« und ggf. die »Nullserie« notwendige Zwischenschritte, die zur Entwicklung selbst zählen (S. 8). In diesen Fällen gilt der Konstruktionsprozess also erst deutlich nach einer ersten Realisierung des angedachten Artefakts als abgeschlossen.

Im Vergleich zur bisherigen Diskussion bereichert diese Zugangsweise die Theorie technischer Fiktionen in verschiedenen Hinsichten. In der systematischen Konstruktion wird besonders die *Dynamik* des Gestaltungsprozesses in den Blick genommen. Diese muss daher auch als fiktionale Tätigkeit formulierbar werden. Aus diesem Grund möchte ich an dieser Stelle zwei zentrale Konzepte einführen: den Prozess der Lückenschließung sowie den Prozess der Entfiktivisierung. Was ist damit gemeint? Technische Entwicklungen schreiten, wie dargestellt, vom »Abstrakten« zum »Besonderen« fort, vom grob Umrissenen zum detailliert Ausgearbeiteten. Dies schlägt sich auch in den eingesetzten Medien nieder. Man beginnt etwa mit vagen Handskizzen oder Funktionsdiagrammen und erst am Ende steht eine detailreiche Fertigungszeichnung.¹⁰⁹ In der Sprache der Fiktionstheorie werden dabei schrittweise die Lücken bzw. »Leerstellen« im Fiktionalen geschlossen.¹¹⁰ Darstellungen werden also dichter in ihrem Informationsgehalt.

109 Diese Sukzession schildert auch Visser (2006a, bes. S. 119).

110 Wobei diese in einem iterativen Prozess natürlich auch immer wieder »geöffnet« werden können und müssen; hierzu später mehr.

Damit geht einher, dass im Verlauf der Entwicklung immer weniger imaginative Ergänzung oder Vervollständigung möglich und nötig ist. Dieser Vorgang soll als *Lückenschließung* bezeichnet werden.

Hiervon unterscheide ich die *Entfiktivisierung*. Existiert ein anvisiertes Artefakt nur in seinen Repräsentationen, sehe ich es als vollkommen fiktiv an. Das Artefakt oder der Prozess bleiben dabei auch dann fiktiv, wenn die Lehrstellen in der Darstellung weitestgehend geschlossen werden. Denn auch im Falle einer vorliegenden detaillierten Fertigungszeichnung oder eines Computermodells ist der Referent nicht raum-zeitlich lokalisierbar. Das Artefakt existiert lediglich als abstraktes Objekt. Anders verhält es sich, sobald ein verkleinertes materielles Modell oder ein Prototyp hergestellt wird. Dies sind keine abstrakten Objekte mehr. Sie liegen physisch-konkret vor und bedürfen nicht länger der imaginativen Vergegenwärtigung und Vervollständigung. In vielen Fällen findet jedoch kein abrupter Sprung von der Fiktion in die Realität statt.¹¹¹ Denkt man etwa an ein verkleinertes Labormodell, entspricht dieses noch nicht vollständig dem angestrebten Artefakt. Ein Teil der ursprünglichen Fiktion ist damit realisiert, jedoch verbleiben fiktive Anteile – hier beispielsweise die Annahme, dass das Artefakt in voller Größe seine Funktion genauso erfüllt wie im verkleinerten Maßstab.¹¹² Mit der Entfiktivisierung nehmen damit die referenzierenden Anteile in einer technischen Fiktion zu; es liegt jedoch weiterhin eine Fiktion vor, so lange nicht alle darstellenden Elemente auf Realia Bezug nehmen.¹¹³

An dieser Stelle lässt sich die Frage aufwerfen, ob nicht die Entfiktivisierung immer strikt der Lückenschließung nachgeordnet ist. Dies ist jedoch nicht der Fall. Physische Gegenstände sind zwar nie im selben Maße mit »Unbestimmtheitsstellen« (Ingarden) oder »Leerstellen« (Iser) versehen wie fiktive; allerdings finden vielfach bereits während des Gestaltungsprozesses *selektive* Realisierungen statt. Diese weisen damit – qua Selektivität – weiterhin fiktive Anteile auf und müssen imaginativ vervollständigt werden. Ein Beispiel hierfür sind verkleinerte Modelle, sogenannte Skalenmodelle, die noch im Verlauf der Konstruktion herangezogen werden. Somit sind Teile der Fiktion bereits entfiktivisiert (etwa bestimmte Form- und Lagebeziehungen), andere jedoch noch nicht (z. B. die reale Größe und damit das reale Gewicht sowie reale Kräfteverhältnisse).

111 An dieser Stelle ließe sich kritisch rückfragen, warum auf den etwas sperrigen Neologismus der »Entfiktivisierung« zurückgegriffen wird und nicht einfach von »Realisierung« die Rede ist. Dies hat einen zweifachen Grund. Zum Ersten fängt »Entfiktivisierung« die Richtung ein, von der aus die Realisierung angegangen wird: Neue Techniken *beginnen* als Fiktionen. Zum Zweiten ist eine solche Wortneuschöpfung besser geeignet, auch einen neuen Gedanken greifbar zu machen: Einfacher als »Realisierung« drückt »Entfiktivisierung« den *sukzessiven* Wechsel der Seinsweise aus. »Realisierung« verwende ich – wie üblich – primär dafür, wenn finale Fiktionen in vollskaligen und voll funktionsfähigen Artefakten verkörpert werden. Zu einem gewissen Grade »entfiktivisiert« ist nach meiner Wortverwendung dagegen auch schon eine technische Fiktion, von der lediglich einige Aspekte raum-zeitlich verkörpert sind, etwa in einem physischen Modell.

112 Auf Fragen der Größenübertragung bzw. des *Scale-up* wird im nächsten Kapitel noch zurückzukommen sein.

113 Vgl. Abschnitt 3.2.5, in dem Fiktionen dem Kompositionalismus entsprechend generell als Mischgebilde aus referenzierenden und nicht-referenzierenden Komponenten erschlossen wurden.

Und selbst wenn der Artefakt-Teil der technischen Fiktion bereits vollständig entfiktiviert ist, wie beim Prototypen, verbleiben immer noch fiktive Anteile, was die Nutzung oder die Langzeit-Verlässlichkeit angeht. Die Prozesse der Lückenschließung und der Entfiktivierung überlappen sich also häufig. Die Gestaltung beginnt rein fiktional und einige Lücken werden bereits im Fiktionalen allein geschlossen. Dagegen beginnt die Entfiktivierung erst später im Verlauf der Gestaltung – jedoch vielfach noch bevor alle Entscheidungen getroffen wurden. Realweltliche Anteile werden damit gezielt in den Gestaltungsprozess eingebracht. Diese Überlappung macht auch Albert Leyer deutlich: »[A]uch während der Ausarbeitung darf die Kontrolle nie aussetzen, manches kommt erst im Verlauf der Bearbeitung der Einzelheiten ans Licht. Dabei spielt oft der Zufall eine Rolle.« (Leyer, 1963, S. 48) Und der Zufall kann besonders gut greifen, wenn physische Artefakte empirisch untersucht werden. Solche Untersuchungen sind daher selbst noch für Prototypen und finale Artefakte wichtig. Denn – wie gesagt – bestimmte Eigenschaften lassen sich erst am vollständigen Artefakt aufdecken; jedoch bevor sie analysiert werden, bleiben Annahmen darüber ebenfalls Fiktionen. Hierzu nochmals Leyer (1963, S. 48):

Dass Maschinen gelegentlich auch ohne Prüfung und ohne auch nur eine Stunde des Probelaufs in Dienst gestellt werden, sollte man [...] nicht für möglich halten, kommt aber doch immer wieder vor. Es kann dann geschehen, dass man mit ihnen längere Zeit arbeitet und erst am fehlerhaften Ergebnis merkt, dass die Maschine nicht in Ordnung ist.

Dabei lässt sich auch an Petroski erinnern: Technik mag als luftige Idee, als Fiktion, beginnen; wird sie jedoch realisiert, trifft die technische Idee auf die widerständige und komplexe – dies meint hier: schwer vorhersagbare – Realität; es droht die Gefahr von Schadens- und Unfällen. Technische Fiktionen müssen daher mit einer großen Sorgfalt ausgearbeitet und langsam an die Realität herangeführt werden.¹¹⁴

Und noch eine weitere Eigenschaft soll an dieser Stelle hervorgehoben werden: Die VDI 2221 stellt den Gestaltungsprozess als stark iterativ dar; die Richtlinie sieht diverse »Wiederholungszyklen« (S. 4) und Rückkopplungsschleifen vor. Dies impliziert auch, dass selbst in einem erfolgreichen Projekt deutlich mehr technische Fiktionen als Realitäten entstehen. Jede durchgeführte Iteration führt zu einer Artefakt- oder Prozessvariante (auf einer bestimmten Stufe der Konkretion¹¹⁵), die am Ende nicht realisiert wird. So notieren auch Dierkes, Hoffmann und Marz (1992, S. 9): »Immer wieder fallen technische Lösungen, Entwicklungslinien und Verzweigungen an, die zum Zeitpunkt ihrer Entstehung nicht genutzt werden.« Allerdings kann die VDI 2221 diesen verworfenen Ideen keinen angemessenen Platz einräumen. Was genau ist es eigentlich, das hier verworfen wird? Meine fiktionstheoretisch informierte Antwort hierauf ist: dies sind technische Fiktionen, die Fiktionen bleiben. Ein einfaches Beispiel: Für eine neue, sich in Pla-

114 Diese Forderung wird ausführlich im nächsten Kapitel in Abschnitt 4.3 als ein wichtiger Bestandteil einer Gestaltungsethik diskutiert.

115 Abstrakter und mit mehr Fiktionslücken zu Beginn des Gestaltungsprozesses, konkreter und mit weniger Lücken am Ende.

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-