

werden. Auch Skizzen, Computermodelle, Mess- und Testergebnisse von nicht finalisierter Technik sind digital leicht vorzuhalten. Aktuelle Entwicklungen begünstigen daher eine Aufwertung fiktiver Techniken und ihrer fiktionalen Repräsentation.

Zuletzt ist daran zu erinnern, dass sich – ausgehend von der Fiktionsperspektive – die Intuition der Verwandtschaft von Technik und Kunst sinnvoll und neu interpretieren lässt. Diese Intuition spielte historisch eine wichtige Rolle<sup>25</sup> und ist durchaus auch bei heutigen Techniker\*innen noch verbreitet. So plädiert Julliard (2003, S. 134) dafür, »dass Techniken in der Gesellschaft nicht nur als Mittel der Wertschöpfung, sondern in ihrer kulturellen Dimension wahrgenommen werden«. Innerhalb technischer Organisationen und Verbände herrscht eine Begeisterung für Techniker-Künstler und Künstler-Techniker, allen voran natürlich für Leonardo da Vinci.<sup>26</sup> Und auch einzelne kreative Lösungen werden als kunstähnlich betrachtet; die Schöpfung neuer Gegenstände »divorces engineering from science and marries it to art« (Petroski, 1992, S. 8). Die Theorie technischer Fiktionen kann also verbreitete und häufig vage Vormeinungen aufgreifen, präzisieren und kontextualisieren. Sie trägt damit zu einem deutlicher artikulierten Selbstbild der Technikwissenschaften bei.

## 5.4 Ausblick: Künstliche Intelligenz und technische Gestaltung

Zum Abschluss soll ein Thema wieder aufgegriffen werden, das bereits in der Einleitung angesprochen wurde<sup>27</sup> und sich mit der eben gestreiften Digitalisierung berührt: nämlich die Frage, wie sich der Einsatz von Verfahren der sogenannten Künstlichen Intelligenz auf den technischen Gestaltungsprozess auswirkt.<sup>28</sup> Diese Diskussion kann gleichsam als letzter Prüfstein des kritischen Potentials der hier präsentierten Theorie fungieren. Zudem ist die Diskussion zu führen, um einem naheliegenden Einwand zu begegnen. Denn es ließe sich leicht kritisieren: »Die vorgetragene Theorie baut auf völlig unzeitgemäßen Voraussetzungen auf. Bereits heute sind es nicht mehr primär kreative Ingenieur\*innen, die innovative Techniken prägen, sondern der Gestaltungsprozess selbst ist stark technisch überformt und wird in naher Zukunft von Methoden der Künstlichen Intelligenz dominiert werden, so dass die vorgetragene Position bereits jetzt veraltet ist.« Allerdings können gerade Wandlungsprozesse eine Analyse des aktuellen oder vorangehenden Zustandes motivieren. Denn nur so kommt der geschehende Wandel angemessen in den Blick. Zudem kann die Betrachtung von Alternativen – hier der KI-freien Gestaltung – Ressourcen zur Kritik neuer Entwicklungen liefern. Aus dieser Warte wird also der Einsatz neuer automatisierter Methoden in der Gestaltung diskutiert. Zuerst un-

25 Historische Variationen zeichnet Paulitz (2012) nach.

26 So verleiht der VDI den »Leonardo-da-Vinci-Preis des VDI für Natur und Technik« für »überzeugendes Unterrichtskonzept im Bereich ›Natur und Technik‹« (<https://www.vdi.de/ueber-uns/organisation/ehrungen>; zuletzt abgerufen: 05.03.2022), ingenieur.de veröffentlichte einen Artikel zum 500. Todestag von Leonardo (<https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/medien/500-todestag-von-leonardo-da-vinci-was-bleibt-vom-meister/>; zuletzt abgerufen: 05.03.2022) etc.

27 Vgl. Abschnitt 1.2.

28 Eine erste Fassung dieses Gedankengangs findet sich in Kuhn (2021); einige Passagen davon sind auch im Folgenden erhalten geblieben.

terstreiche ich die Relevanz der Thematik. Anschließend werden die neuen AI-basierten Methoden charakterisiert und anhand einiger, der im letzten Kapitel herausgearbeiteten Kriterien einer kritischen Bewertung unterzogen. Dabei geht es mir *nur* um den Einsatz von KI in der *Gestaltung* von Technik; Techniken *in* die Verfahren der Künstlichen Intelligenz eingebunden sind – Navigationssysteme, Sprachassistenzsysteme, Methoden der automatisierten Bilderkennung etc. –, kommen nicht zur Sprache. Zudem lege ich den Fokus auf die Auswirkungen auf die Technikwissenschaften selbst; denn es wird zwar in der gegenwärtigen Philosophie häufig nach den breiteren gesellschaftlichen Konsequenzen von KI gefragt,<sup>29</sup> jedoch die spezifischen Folgen für das technische Gestalten sowie – etwas allgemeiner – die Technikwissenschaften als Disziplin werden kaum diskutiert.

Bereits heute scheint es vielversprechend, Methoden der Künstlichen Intelligenz in den Bereichen »Ideenentstehung & Design« einzusetzen (acatech HORIZONTE, 2020, S. 16). Wie dies aussehen kann, illustriert ein Positionspapier der *acatech* am Beispiel der Gestaltung eines Stuhls. Nachdem eine Reihe von Randbedingungen, etwa die Anzahl an Beinen, das maximale Gewicht und das Material, spezifiziert wurden, würde die KI aktiv; sie »generiert daraufhin in wenigen Sekunden Tausende von Vorschlägen, wie der Stuhl aussehen könnte« (acatech HORIZONTE, 2020, S. 16). Weiterhin könne die KI »eine Vielzahl von unterschiedlichen und ungewöhnlichen Design- und Konstruktionsvarianten in kürzester Zeit erproben« (S. 21), womit auch die Auswahl zu einem guten Teil an Algorithmen abgegeben werden soll. Das Gesamt KI-basierter Gestaltungsmethoden wird als »generatives Design« bezeichnet (S. 21–25); damit soll die Erarbeitung von konkreten Lösungsvorschlägen automatisiert werden. Die Phase der groben Entwürfe sowie der Konkretisierung – der »Lückenschließung« – wird damit an die KI abgegeben. Verfahren des generativen Designs sollen also nach Vorgabe allgemeiner Rahmenbedingungen bereits realisierbare Lösungen liefern.

Während in breiteren Gesellschaftsschichten vielfach Skepsis, teils auch Abneigung und Angst gegenüber dem Einsatz von Künstlicher Intelligenz herrscht, werden diese neuen Methoden von Ingenieurinnen und Ingenieuren zumeist enthusiastisch aufgenommen.<sup>30</sup> Und es ist durchaus verständlich, dass KI attraktiv ist für den Einsatz in den Technikwissenschaften. Denn technische Methoden zielen auf Effektivität und Effizienz, Eigenschaften, die den Verfahren der Künstlichen Intelligenz sehr häufig zugeschrieben werden können. Um dies plausibel zu machen, muss KI kurz charakterisiert werden.

KI bezeichnet die Übertragung intelligenten Verhaltens auf künstliche Systeme und wird auch als »maschinelles Lernen« (oder *machine learning*) bezeichnet. *Machine Learning* gilt z.T. als das seriösere Label, da der Begriff der Intelligenz sehr voraussetzungsreich ist und KI daher mit unzutreffenden Assoziationen in Verbindung gebracht wird. Manchmal wird KI auch als Überbegriff verstanden und *machine learning* als eine Methode der KI. Da jedoch in der öffentlichen Diskussion meist von KI die Rede ist und dies im Zweifelsfall den umfassenderen Begriff darstellt, wird auch hier daran festgehalten. Als

29 Exemplarisch verweise ich auf Gabriel (2018), Nida-Rümelin und Weidenfeld (2018) sowie Precht (2020).

30 In Kuhn (2021) habe ich hierzu einige Belege zusammengetragen; diese sind jedoch dermaßen omnipräsent, dass sich ein Nachweis quasi erübrigt.

paradigmatisch für KI werden sogenannte künstliche neuronale Netze – auch ANN<sup>31</sup> – betrachtet, wohlwissend, dass nicht alle Techniken, die unter KI fallen, ANNs sind. Allerdings kursieren variierende Bezeichnungen, die auf das Gleiche hinauslaufen. Auch *deep learning* basiert auf nichts Anderem als künstlichen neuronalen Netzen. Das »deep« bezieht sich lediglich auf die Tatsache, dass es vergleichsweise viele verdeckte Schichten (*hidden layers*) zwischen Eingangs- (*input*) und Ausgangs-Schicht (*output*) gibt.

Aus einem weiteren Grund ist es nicht nötig, auf alle Spielarten einzeln einzugehen oder verschiedene Verfahren genauer zu charakterisieren. Denn alle Varianten von KI – so die These – zeichnen sich durch zwei gemeinsame Charakteristika aus: (1) Intransparenz und (2) Überraschungspotential. Mit Intransparenz (1) ist gemeint, dass bei diesen Methoden vergleichsweise unklar ist, wie durch bestimmte Inputs bestimmte Outputs zustande kommen. Methoden der KI stellen allenfalls eine Verbindung zwischen bestimmten Eingangs- und Ausgangsvariablen her. Im Falle von ANNs werden große Datenmengen – »Big Data« – verwendet, um die vielen freien Parameter des Netzes zu bestimmen. Allerdings sind dabei die Knoten (Neuronen) und Kanten sowie ihre Korrekturwerte (*biases*) bzw. Gewichtungen (*weights*) des Netzes nicht mehr sinnvoll überblickbar und interpretierbar;<sup>32</sup> und genau in diesem Sinne sind Methoden der KI intransparent. Überraschungspotential (2) soll dagegen die Eigenschaft bezeichnen, dass die Outputs, die Ergebnisse der KI, häufig besonders erstaunlich oder überraschend sind und damit über das Erwartete hinausgehen. Gerade das Überraschungspotential ist es, was die Faszination dieser Methoden ausmacht und womit dafür geworben wird. Es werden Eigenschaften oder Zusammenhänge freigelegt, mit denen man nicht gerechnet hätte und die man anders z.T. nicht hätte erzielen können. Man ist etwa überrascht, dass ein trainiertes künstliches neuronales Netz erfolgreich Bilder »erkennen« kann, teilweise zuverlässiger als Menschen; und noch konkreter ist es überraschend, welche Details ein solches Netz in einem Bild identifizieren kann. Besonders groß sind gewöhnlich die Überraschungseffekte beim sog. »unsupervised learning«, wo in unstrukturierten Daten mit möglichst wenigen *A-priori*-Vorgaben nach Mustern gesucht wird.

Nun hängen die beiden genannten Eigenschaften natürlich eng zusammen: Das Überraschungspotential (2) steigt mit der Intransparenz der Methoden (1); denn je intransparenter, umso weniger lässt sich vorhersehen, wie die Ergebnisse aussehen

31 ANN = Artificial Neural Network.

32 Vgl. dazu Knight (2017) sowie Mainzer (2019, bes. S. 254–256). Für eine leicht zugängliche Illustration der Funktionsweise von ANNs verweise ich auf das folgende Video: <https://www.youtube.com/watch?v=aicrAruvnKk> (zuletzt abgerufen: 05.03.2022). Im dort diskutierten Beispiel sollen in einem Bild mit 784 Pixeln (also lediglich 28 Pixel in x- und y-Richtung) die Zahlen 0 bis 9 identifiziert werden. Hierzu wird ein Netz mit 784 Eingangsneuronen (die den Pixeln entsprechen) und 10 Ausgangsneuronen (welche den gesuchten Zahlen zugeordnet sind) herangezogen. Dazwischen werden zwei verdeckte Schichten (*hidden layers*) mit jeweils 16 Knoten/Neuronen eingeschoben. Dies resultiert bereits in 13.002 freien Parametern für die *weights* und *biases* des ANNs. Und schon hierbei sind die Funktionen der einzelnen Neuronen in den *hidden layers* nicht mehr nachzuvollziehen (sie entsprechen *nicht* anschaulichen Bildelementen, wie etwa Liniensegmenten); auch die einzelnen Parameter haben keine anschauliche Bedeutung. Dies mag verständlich machen, wie schwer – bzw. nicht – interpretierbar die Parameter für die komplexeren Probleme sind, die gewöhnlich mit ANNs adressiert werden.

werden. Trotzdem lassen sich (1) und (2) nicht restlos aufeinander reduzieren. Ich kann eine vergleichsweise intransparente Methode für eine sehr triviale Aufgabe einsetzen, etwa ein künstliches neuronales Netz zur Unterscheidung von Bildern, in deren Zentrum je entweder eine Schneeschaukel oder eine Fahrradfelge vor einem weißen Hintergrund zu sehen ist (um zwei bekannte Ready-Mades von Marcel Duchamp als Beispiel heranzuziehen). Das Netz wird auch neue Bilder mit einem der beiden Motive vermutlich korrekt zuordnen, was jedoch wenig erstaunlich ist, da sich die Objekte deutlich unterscheiden, gut ausgerichtet sind und sich klar vom Hintergrund abheben. Auf der anderen Seite lassen sich selbst mit konventionellen und sehr transparenten Methoden erstaunliche Ergebnisse erzielen. Man denke an das klassische Problem der Brachistochrone, also der Suche nach derjenigen Bahnkurve, auf der sich ein Massenpunkt am schnellsten reibungsfrei von einem höhergelegenen zu einem tieferen Punkt bewegt. Je nach Höhenunterschied und Distanz der Punkte weist die gesuchte Kurve dabei ein absolutes Minimum auf – ein Ergebnis, das viele überrascht.

Um diese sehr einfache Kennzeichnung richtig einzuordnen: Intransparenz (1) und Überraschungspotential (2) genügen sicher nicht für eine wasserdichte Definition von KI; sie sollen lediglich zwei wichtige Charakteristika beschreiben. (1) und (2) liefern z.B. keine Definition, da eine Definition bestimmte Gegenstände von allen anderen unterscheidet. Da es jedoch weitere Entitäten auf der Welt gibt, die sowohl intransparent sind, was ihre konkreten Mechanismen angeht, als auch geeignet, uns zu überraschen, liefern (1) und (2) zusammen keine Definition. Besonders ausgeprägt sind die beiden Charakteristika etwa auch bei manchen Tieren sowie beim Menschen. Wendet man sich konkret der Technik zu, könnte man zudem einwenden, dass ebenfalls viele klassische Methoden – die also nicht sinnvoll als KI bezeichnet werden können – bis zu einem gewissen Grad intransparent sind und zudem geeignet sind, uns durch ihre Ergebnisse zu überraschen. Man denke an die Simulation einer Strömung durch eine komplizierte Geometrie mittels einer kommerziellen CFD-Software.<sup>33</sup> Auch hierbei kann das Ergebnis, also der konkrete Verlauf von Durchströmung oder Druck, überraschen und die Methode selbst mag vielen Nutzer\*innen intransparent erscheinen, zumal kommerzielle Software-Pakete gewöhnlich keinen Zugriff auf den Quellcode erlauben. Allerdings liegt hier eine andere Qualität von Intransparenz vor als dies etwa bei ANNs der Fall ist. Bei einer Strömungssimulation sind sowohl die Ergebnisse, wie auch die Abbildungsrelation an sich transparent im Sinne von: erklärbar und verstehbar; bei ANNs ist dies nicht gegeben, da zwischen den einzelnen Größen und Parametern des Netzes und den Referenten keine Entsprechungen mehr hergestellt werden können. In diesem Sinn ist es für die Transparenz des technischen Problemlösungsprozesses auch unerheblich, wie genau das Modell realisiert ist und ob diese Realisierung selbst bis ins kleinste Detail von der Nutzer\*in verstanden ist, solange eine korrekte Repräsentation des Modellgehalts gewährleistet ist. Es geht darum, *was* das Modell abbildet und wie es die Abbildung realisiert, also wie eine Verbindung zwischen Modell und abgebildeter Wirklichkeit hergestellt wird.<sup>34</sup>

33 CFD = *Computational Fluid Dynamics*.

34 Dafür spielt es keine Rolle, ob etwa der Ingenieur\*in bewusst ist, warum genau der Bleistift, mit dem sie eine Skizze anfertigt oder eine Gleichung notiert, eine Spur auf dem Papier hinterlässt, wie der Taschenrechner, in den eine Gleichung eingetippt wird, hardwareseitig funktioniert oder

Der umfassende Einsatz von KI hat Konsequenzen für das Gestaltungshandeln. Diese sollen nun kritisch diskutiert werden. Dabei werde ich, wenn man so will, die Thematik durch eine Günther-Anders-Brille betrachten,<sup>35</sup> also eine bewusst überspitzte und polemische Darstellung geben. Dies erlaubt es, manche Aspekte deutlicher hervortreten zu lassen und mögliche Probleme klarer nachzuzeichnen. Zudem wird dem Thema der Künstlichen Intelligenz in den Ingenieurwissenschaften so viel Enthusiasmus zuteil, dass es – aus Gründen der Ausgewogenheit – nicht schaden kann, das Pendel einmal in die andere Richtung ausschlagen zu lassen. Meine These ist nun folgende: Erstens wird durch den KI-Einsatz die Freude am technischen Gestalten vermindert, zweitens wird die Zuschreibung von Verantwortung erschwert – und das Interessante ist: beide Konsequenzen hängen eng zusammen. In Kapitel 2 wurde das Deuten und Umdeuten von Technik, das Neu-Ziehen von Grenzen, als zentrale Quelle für technische Neuerungen identifiziert. Gleichzeitig habe ich gezeigt, dass dieses Deuten eine Bereicherung am technischen Arbeiten darstellt.<sup>36</sup> Im vorangegangenen Kapitel wurde herausgearbeitet, dass die Realisierung von Technik ebenfalls beglückende Effekte haben kann.<sup>37</sup> Und es sind v.a. diese beiden Dimensionen, die durch den KI-Einsatz ausgehöhlt werden. Aktives Umdeuten ist nicht mehr nötig, da dies die KI übernimmt. Somit entfällt die subjektive Freude am Tüfteln und Problemlösen; moderne Methoden überraschen uns dann nur noch mit ihren Endergebnissen. Ein Stolz auf das Endprodukt stellt sich nicht mehr ein, da die Resultate nicht selbst erzielt wurden. Intersubjektive Anerkennung und Wertschätzung bleiben ebenfalls aus, da die Leistung nicht autonom erbracht wurde.<sup>38</sup>

Nun ist es nicht zu bestreiten, dass Menschen auch auf Dinge stolz sein können – und auch dafür Anerkennung und Wertschätzung ernten –, die sie nicht selbst geleistet haben. Man denke etwa an Kinder reicher Eltern, an Sportler\*innen, die dopen, an wissenschaftliches Fehlverhalten, an die Nutzung von E-Bikes zu Sportzwecken etc. Trotz-

---

wie der Code eines Simulationsprogrammes binär auf dem Prozessor ausgeführt wird. Wichtig für den präsentierten Gedankengang ist lediglich, dass alle Verknüpfungen zwischen Eingangsgrößen, Zustandsvariablen, Ausgangsgrößen und Zielgrößen nachvollziehbar sowie die genannten Variablen selbst interpretierbar sind. Eine Analogie hierzu: Es ist unerheblich für die Transparenz und Nachvollziehbarkeit meines Gedankengangs, ob mein Gehirn der Leser\*in transparent ist. Dass  $5+7$  gleich  $12$  ist, hängt nicht davon ab, wie diese Gehalte in meinem Gehirn oder in einem Taschenrechner verkörpert sind (Gabriel, 2016a). Die angeführte einfache Rechenoperation ist verständlich und erklärbar aufgrund der Axiomatik der Mathematik und den daraus abgeleiteten Rechenregeln; diese machen die Verknüpfung von Input und Output transparent. Gehirnstrukturen und Gedankeninhalte sind also auf völlig unterschiedlichen Ebenen angesiedelt. Analog verhält es sich mit Modellgehalten und ihrer Implementierung mithilfe bestimmter Programmiersprachen sowie ihrer Ausführung auf bestimmten Hardware-Strukturen. – Oder kürzer: Dies entspricht in etwa der Differenz zwischen Validierung und Verifizierung/Verifikation in der Modell- bzw. Simulationsentwicklung. Mir geht es hier um die Seite der Validierung.

35 Anders' Vorgehen der methodischen Übertreibung wurde oben in Abschnitt 5.1 erwähnt.

36 Vgl. Abschnitt 2.4.4.

37 Vgl. Abschnitt 4.3.10.

38 Natürlich gibt es Autor\*innen, die bestreiten, dass KI jemals im eigentlichen Wortsinn kreativ sein kann; z.B. Mersch (2005). Allerdings fehlt bei den mir bekannten Argumenten stets ein harter Verhinderungsgrund bzw. eine klare Herausstellung des menschlichen Spezifikums, das eine Form von Kreativität ermöglicht, die über die maschinell realisierte hinausgeht.

dem funktioniert dieses Verhalten nur in Einzelfällen, so mein Argument. Würden sich alle in dieser Weise verhalten, hörte das jeweilige System mittelfristig auf zu funktionieren. So ist es auch in der Gestaltung von Technik: Stolz kann man nur auf das sein, was man selbst bzw. im Team geleistet hat. Und werden autonome Methoden noch mächtiger, komfortabler in der Verwendung und damit weiter verbreitet, ist ihr Einsatz nicht mehr als nennenswerte Leistung zu betrachten.

KI beeinträchtigt zusätzlich die Erzähl- und Erklärbarkeit von Technik, mit denen – wie angesprochen – zentrale Glücksaspekte eng verbunden sind. Wenn diese neuen Methoden sich tatsächlich durch Undurchsichtigkeit auszeichnen, heißt dies auch, dass nicht mehr nachvollzogen werden kann, wie und warum genau bestimmte Lösungen erzielt wurden, eine rationale Rekonstruktion des Entscheidungsprozesses fällt ebenso weg wie nette Anekdoten, die praktisch jeden technischen Entwicklungsprozess begleiten. Viele Ingenieur\*innen erzählen stolz, mit welcher genauen Schaufelgeometrie die Pumpe oder Turbine einen noch besseren Wirkungsgrad aufweist, mit welcher Kombination von Apparaten sie ihren verfahrenstechnischen Prozess endlich gut zum Laufen bekommen haben oder mit welchem Kniff in der Steuerung die Ausbeute oder Produktqualität nun deutlich gesteigert werden konnte – und ganz zentral dabei: Die Techniker\*innen erklären, wie sie auf diese Lösung gekommen sind und warum sie so gut funktioniert. Solche Erfolgsgeschichten sind nicht zuletzt Verkaufsargumente, welche die Technik für die Käufer\*innen nachvollziehbar macht und es ihnen erlaubt, eine Beziehung zu ihr aufzubauen. Marx unterscheidet bekanntermaßen den Gebrauchs- vom Tauschwert der Waren (MEW, Bd. 23, S. 52–98). Dabei geht zweifellos eine gewisse emotionale Komponente in den Tauschwert ein, beeinflusst vom Design technischer Produkte, aber auch von den Geschichten, die um sie herum gesponnen werden. Zudem wirkt sich dies nicht nur auf den Tauschwert aus, sondern kann – für manche Techniken – sogar Teil des Nutzwertes werden, da emotional positiv besetzte Produkte häufig besser verwendet werden können (Norman, 2004).

Aber nicht nur untereinander und ihren Kundinnen gegenüber erzählen Techniker Geschichten. Technikgeschichten spielen auch eine zentrale Rolle dabei, Menschen für die Ingenieurwissenschaften zu begeistern. Wie will man Kinder und Jugendliche dazu motivieren, sich mit Wissenschaft und Technik auseinanderzusetzen, wenn das aktive Verstehen und Gestalten in immer tiefere Algorithmensichten abgeschoben wird? Technisches Arbeiten verliert dadurch an Attraktivität und Technikgeschichten reduzieren sich auf ein einheitliches Muster: »Wir haben einfach diesen oder jenen KI-Ansatz machen lassen.« Dabei mag die KI-Nutzung noch einfallsreich sein, solange dies nicht gang und gäbe ist; sobald es jedoch zum Standard wird, entfällt der Reiz. Technik wird damit nicht mehr sinnvoll erzähl- und erklärbar; die »Kunst« an der Ingenieurskunst wird wegautomatisiert.

Dies mag soweit noch als irrelevant abgewiesen werden, da Technik nicht primär um der Freude am Gestalten willen erzeugt wird.<sup>39</sup> Denn den Technikwissenschaften geht es primär um die von ihnen erzeugten Produkte. Vor diesem Hintergrund mag KI zwar das technische Arbeiten verändern – und vielleicht in mancher Hinsicht unattraktiver

39 Und v.a. nicht deswegen erzeugt werden *sollte*, wie im vorangegangenen Kapitel argumentiert wurde; vgl. die Abschnitte 4.3.7 und 4.3.9.



machen –, für die resultierende Artefakte und Prozesse würde es dagegen von Vorteil sein, wenn die technischen Werkzeuge noch »technizitärer« werden; zudem – und das ist eben die Hoffnung – wird dadurch möglicherweise der Entwicklungsprozess schneller und ökonomischer. Allerdings ist meine zweite These in diesem Abschnitt: Die subjektiven Freuden an der Technikentwicklung sind eng verwandt mit der Verantwortbarkeit von Technik. Die Zuschreibung von Verantwortung besteht in der Fähigkeit »Antwort« zu geben:<sup>40</sup> zu erklären, wie es dazu kam, warum so entschieden wurde und ggf. mit wem gemeinsam. Dies ist nur möglich für Technik, die (bis in ihre Feinstruktur) auf bewussten und verständlichen Entscheidungen beruht, also nur für eine transparente Technikentwicklung. Bei Einsatz von KI rutschen die relevanten Entscheidungen dagegen in ein »technisches Unbewusstes« ab, in tiefe Algorithmenschichten, die nicht zugänglich sind – oder zumindest gewöhnlich nicht zugänglich gemacht werden –, was die Verantwortbarkeit der so erzielten Resultate stark einschränkt.<sup>41</sup> Dies widerspricht auch einer Forderung, die der VDI in seinen *Ethischen Grundsätzen* an Ingenieur\*innen richtet: »Grundsätzlich orientieren sie sich bei der Gestaltung von Technik daran, die Bedingungen selbstverantwortlichen Handelns in der Gegenwart und Zukunft zu erhalten.« (Verein Deutscher Ingenieure, 2002, S. 5, Punkt 2.2) KI untergräbt jedoch potentiell das selbstverantwortliche Handeln von Ingenieurinnen und Ingenieuren bereits beim Gestalten neuer Techniken.

Die genaue Verwandtschaft zwischen der Freude am technischen Arbeiten und der Verantwortbarkeit besteht also darin, dass beide z.T. auf den gleichen Mechanismen beruhen. Die bewussten Entscheidungen, die beim technikwissenschaftlichen Deuten und Problemlösen getroffen werden müssen und ihr erwünschter Erfolg sind das, was Freude macht – besonders, wenn man anderen davon erzählen kann, dass und wie am Ende das Problem behoben und das Produkt realisiert werden konnte. In der Lage zu sein, darüber zu sprechen und auf Rückfragen zu antworten ist jedoch auch die Grundlage zur Übernahme von Verantwortung. Gegen intransparente Prozesse bei der Technikentwicklung plädiere ich also für eine »Aufklärung« des Entwicklungsprozesses. Bekanntlich definierte Kant Aufklärung als »den Ausgang des Menschen aus seiner selbstverschuldeten Unmündigkeit« (Kant, 1784, S. 481). Techniker\*innen sollten sich also nicht selbstverschuldet unmündig machen und sich der Fähigkeit berauben, gehaltvolle Antworten zu geben, sondern technische Gestaltungsprozesse und Entscheidungen so transparent und intersubjektiv zugänglich wie möglich einrichten.<sup>42</sup>

40 Ich verweise abermals auf Autor\*innen, die Verantwortung ebenfalls vom Antwort-Geben her denken: Werner (2011), Sombetzki (2014), Heidbrink (2017) und Loh (2017).

41 Bereits früh machte Günther Anders (1956/1987) auf analoge Effekte aufmerksam. Er kritisierte, dass Kriegsentscheidungen im Korea-Konflikt an Computer – ein »Electric Brain« (S. 60) bzw. eine »Orakelmaschine« (S. 63) – abgegeben wurden; damit würde »die Verantwortung von einem Menschen auf ein Gerät transferiert« (S. 60). Ich würde korrigieren: Damit geht vielmehr die Fähigkeit, eine gehaltvolle Antwort zu geben, generell verloren. Ähnliche Aspekte mit Blick auf neue Technologien werden im Sammelband von Beck und Kühler (2020) thematisiert.

42 Die Verknüpfung von Technik und Aufklärung ist nicht neu. In einem ganz ähnlichen Sinn – ohne jedoch auf KI Bezug zu nehmen – hat bereits Günter Ropohl den Ausdruck »Technologische Aufklärung« eingeführt (Ropohl, 1991) und Heiner Hastedt analysierte das Verhältnis von Aufklärung und Technik aus ethischer Perspektive (Hastedt, 1994).

Nun ließe sich jedoch einwenden, dass Menschen nie absolut autonom seien und keine technische Entwicklung derart transparent, wie hier unterstellt. Selbst das eigene Unterbewusste, das immer wieder erstaunliche Inspirationen zutage fördert, ist per Definition intransparent. Und auch klassische Kreativitätstechniken – könnte man sagen –, überraschen einen mit ungeahnten Lösungsoptionen. Sind die Ergebnisse der TRIZ-Verfahren oder eines Brainstormings daher wirklich so verschieden vom Output einer trainierten KI? Können nicht in beiden Fällen die Resultate bereichernde Denkanstöße und Inspirationen sein? Kommt es also wirklich darauf an, die Ergebnisse selbst auszuarbeiten; genügt es nicht, sie lediglich zur Kenntnis zu nehmen? Ist KI darüber hinaus notwendigerweise und immer derart intransparent, wie sie hier dargestellt wurde?

Natürlich weisen die vorangegangenen Überlegungen eine gewisse Einseitigkeit auf – dies hatte ich ja bereits vorausgeschickt –; auch manche Grenzen sind fließender, als sie von mir gezeichnet wurden. Es mag in der Tat KI-Methoden geben, die gewinnbringend und vertretbarerweise in der Gestaltung zum Einsatz kommen können. Aber auch hierfür gilt: Der Weg, der zu einer Lösung führt, ist entscheidend für ihre Verantwortbarkeit. Verantwortungsvolles Gestalten ist daher nur möglich, sofern die Lösungswege nachvollziehbar sind. Daher bieten sich besonders KI-Verfahren an, die als XAI (*Explainable Artificial Intelligence*) bezeichnet werden und die darauf setzen, die *black box* der KI-Algorithmen zu öffnen und diese verstehbar zu machen. Für Lösungen, die mittels XAI gewonnen wurden, gilt jedoch: Individuelle Lernprozesse können so kaum stattfinden. Nur das Abarbeiten an den Widerständen der raum-zeitlichen Realität macht Lernen und einen Kompetenzerwerb möglich. Und diese sind ihrerseits wiederum die Grundlage für selbst die überraschendsten Inspirationen, die aus dem Unbewussten aufsteigen mögen. Denn jeder unbewusst angebahnten Inspiration geht eine intensive – und bewusste – Einarbeitung voran.<sup>43</sup> Verlieren Techniker\*innen jedoch die »Führung« mit der Realität, ist ihre Bildung und Weiterbildung gefährdet. Dies wiederum muss als moralisch verwerflich gelten; so fordert der VDI: »Ingenieurinnen und Ingenieure verpflichten sich, ihre beruflichen Kompetenzen zu erhalten und im Zuge ständiger Weiterbildung fort zu entwickeln.« (Verein Deutscher Ingenieure, 2002, S. 6, Punkt 3.1) Kommen also transparente KI-Methoden in der Gestaltung zum Einsatz, sollten ihre Resultate tatsächlich in erster Linie als *zusätzliche* Inspiration fungieren. Denkbar ist etwa, sie parallel zu oder in enger Wechselwirkung mit menschlichen Gestaltungsprozessen einzusetzen. Nur so bleiben Fähigkeiten und Kompetenzen erhalten und können sich weiter entwickeln.

Mittelbar wende ich mich hier auch gegen die modische und technikutopisch angereicherte Rhetorik sogenannter Trans- und Posthumanismen, die besonders unter Technikerinnen und Technikern auf offene Ohren stößt. Denn als Ingenieur\*in liegt es nahe, alle denkbaren Probleme technisch zu lösen – auch das Problem der Technikgestaltung selbst: Wer einen Hammer zur Hand hat, sieht in jedem Problem einen Nagel. Ich möchte stattdessen Technik emphatisch als ein *menschliches* Produkt unterstreichen und damit – auch in den Technikwissenschaften – für einen Humanismus plädieren; in Petroskis Worten: »To engineer is human« (Petroski, 1992).

43 Vgl. Abschnitt 3.4.3.



Natürlich gibt es weder *den* Menschen, noch *die* Technik. Es wandeln sich sowohl Menschen als auch ihre Produkte; Einzelne und Kollektive arbeiten an sich selbst sowie an ihren materiellen Objekten. Allerdings ist der Mensch kein »Seil«, auf dem er selbst zum – transhumanen – »Übermenschen« wandert.<sup>44</sup> Bei allen Widerständen und Mühen, die das leibliche Dasein mit sich bringt, kann es nicht die Konsequenz sein, die »lebende Substanz« des Menschen durch einen technologischen »Todestrieb«<sup>45</sup> auf einen »anorganischen Zustand« zurückzuführen (etwa auf Siliziumbasis), wie viele Posthumanist\*innen sich dies erträumen.<sup>46</sup> Denn so verlockend die Hoffnung ist, alle menschlichen Lasten hinter sich zu lassen; es sind immer noch Menschen aus Fleisch und Blut, die diese Hoffnung haben.<sup>47</sup>

Gegen abstrakte technologische Großutopien *à la* Trans- und Posthumanismus lege ich also den Fokus auf einzelne Techniken, mit ihren jeweiligen Vorzügen und Gefahren. Gegen eine Verabsolutierung von technischen Problemlösungen betrachte ich technische Artefakte und auch die Disziplin der Technikwissenschaften lediglich als Teile in einem viel größeren und vielfältigeren Geflecht. Es muss nicht alles technisiert werden, auch Fähigkeiten und Fertigkeiten sind durchaus als wertvoll anzusehen – nicht zuletzt für die Technikgestaltung selbst. Denn gegen eine Auflösung der Technikgestaltung in ihrerseits rein technischen Prozeduren stelle ich die Ingenieurskunst,<sup>48</sup> die menschliche Fähigkeit zur Hervorbringung technischer Fiktionen. Nur Technik, die aus verantwortungsvoll entwickelten, langsam an die Realität herangeführten und vom Zwang zur (vollständigen) Realisierung befreiten technischen Fiktionen erwächst, ist gute Technik. Und eine solche Technik kann ebenfalls Quelle großer Freude für ihre Gestalter\*innen sein.

44 Um sprachlich an eine bekannte Stelle aus Nietzsches *Zarathustra* anzuknüpfen (KSA 4, S. 16).

45 So erläutert Freud, wie er auf den Todestrieb stieß: »[I]ch [zog] den Schluß, es müsse außer dem Trieb, die lebende Substanz zu erhalten und zu immer größeren Einheiten zusammenzufassen, einen anderen, ihm gegensätzlichen geben, der diese Einheiten aufzulösen und in den uranfänglichen, anorganischen Zustand zurückzuführen strebe.« (Freud, 1930/2007, S. 82)

46 Im Gegensatz zum Transhumanismus, der den Menschen selbst verbessern will, möchte ihn der Posthumanismus am liebsten hinter sich lassen, beispielsweise durch Strategien wie das *Mind Uploading* (Loh, 2018, z.B. S. 100–106).

47 Es liegt hier ein Kategorienfehler vor. Denn es wird mit aktuellen und damit menschlichen Maßen gemessen, wie es wäre, das Menschliche komplett hinter sich zu lassen. Sollte jedoch dieser Zustand erreicht werden, greifen diese Maßstäbe nicht mehr (Loh, 2018, bes. S. 88–91).

48 Allerdings machen die Advokaten der KI selbst vor ihrer Anwendung auf Kunst nicht halt; vgl. Rauterberg (2021).