

Zur Entwicklung Technischer Systeme

Hans-Gert Gräbe, Leipzig

Version vom 11. Dezember 2019

1 Vorbemerkungen

Anlass dieser kleinen Skizze zum Thema „Gesetze und Trends der Entwicklung Technischer Systeme“, die im TRIZ-Kontext in verschiedenen Varianten diskutiert werden, war die Fassung dieser Gesetze und Tendenzen in den Aufgaben des TRIZ-Cups 2019/20¹.

In jener Ausschreibung wurde auch ein „Gesetz der Verdrängung des Menschen“ (erste Fassung) formuliert, das in einer späteren Fassung zu einer „Tendenz der Verdrängung des Menschen aus technischen Systemen“ präzisiert wurde².

Eine solche Tendenz ist weder in Altschullers Liste von acht solchen Gesetzen³ noch in der Auflistung von fünf Gesetzen und zehn Tendenzen in (Koltze/Souchkov)⁴ zu finden. Zu finden ist eine solche Tendenz allerdings in der 2018 herausgegebenen von MATRIZ autorisierten Version der *Trends of Engineering System Evolution* (TESE)⁵.

Damit steht natürlich die Frage nach den kontextuellen Annahmen, die zu diesen verschiedenen Positionen führen. In der marxistischen Literatur wird ein solcher Herauslösungsprozess ebenfalls betrachtet. Im „Maschinenfragment“ (MEW 42, S. 570 ff.) – einem frühen Rohentwurf der eigenen ökonomischen Theorie – entwickelt Marx die Vision einer Gesellschaft, in welcher der „gesellschaftliche Stoffwechsel“ (MEW 23, S. 37) auf eine Weise organisiert ist, dass

es nicht mehr der Arbeiter [ist], der modifizierten Naturgegenstand als Mittelglied zwischen das Objekt und sich einschiebt; sondern den Naturprozess, den er in einen industriellen umwandelt, er als Mittel zwischen sich und die unorganische Natur [schiebt], deren er sich bemeistert. (MEW 42, S. 592)

Weiter stellt Marx dar, dass die Entwicklung der Produktivkräfte *notwendig* auf eine solche Weise der Organisation des gesellschaftlichen Stoffwechsels zusteuert.

In den Produktionsprozess des Kapitals aufgenommen, durchläuft das Arbeitsmittel aber verschiedene Metamorphosen, deren letzte die *Maschine* ist oder vielmehr

¹Siehe dazu <https://triz-summit.ru/contest/cup-tds-2019-2020/contest-2019-2020/> (in Russisch) sowie die Synopse <https://wumm-project.github.io/Upload/lte.pdf>.

²Die fremdsprachigen Originale sind hier und im Weiteren vom Autor ins Deutsche übertragen. Es existiert eine russische Version dieses Textes, in der die russischsprachigen Zitate im Original zu finden sind.

³Siehe dazu etwa <https://de.wikipedia.org/wiki/TRIZ>.

⁴Karl Koltze, Valeri Souchkov. Systematische Innovation. ISBN 978-3-446-45127-8.

⁵A. Lyubomirskiy, S. Litvin, S. Ikovenko, C.M. Thurnes, R. Adunka. Trends of Engineering System Evolution. Sulzbach-Rosenberg 2018. ISBN 978-3-00-059846-3.

ein *automatisches System der Maschinerie* (System der Maschinerie; das *automatische* ist nur die vollendetste adäquateste Form derselben und verwandelt die Maschinerie erst in ein System), in Bewegung gesetzt durch einen Automaten, bewegende Kraft, die sich selbst bewegt; dieser Automat bestehend aus zahlreichen mechanischen und intellektuellen Organen, sodass die Arbeiter selbst nur als bewusste Glieder desselben bestimmt sind. (MEW 42, S. 584)

Dieser Gedanke ist weitgehend singulär und im übrigen Marxschen Werk nirgends ausgearbeitet⁶.

Die Probleme solcher „in Bewegung gesetzten Automaten“ werden mittlerweile in einer ökologischen Krise planetaren Ausmaßes sichtbar, so dass die Frage steht, ob ein behaupteter „Trend der Verdrängung des Menschen aus technischen Systemen“ nicht eine grundsätzliche theoretische Fehlkonstruktion markiert, die im aktuell verwendeten Komplex dieser Gesetze und Trends der Entwicklung technischer Systeme enthalten ist.

Der Ansatz einer solchen Verdrängungstendenz widerspricht auch grundlegenden Setzungen in der deutschen kybernetischen Schule, was ich in einer Note vom 8.11.2019 an die Autoren der Aufgaben des TRIZ-Cups festgehalten habe:

Das „Gesetz der Ersetzung des Menschen“ ist nicht in der Liste im deutschen TRIZ-Standardwerk (Koltze/Souchkov) zu finden und ich bin absolut anderer Meinung, dass dies ein Entwicklungsgesetz für technische Systeme sei. Zumindest in der deutschen Literatur gibt es bereits seit den 1980er Jahren eine lange Diskussion über dieses Thema. Zum Beispiel unterstreicht Klaus Fuchs-Kittowski in einer Zusammenfassung seiner Arbeiten⁷

„Unsere Antwort auf die Frage war immer: Der Mensch ist die einzig kreative Produktivkraft, er muss Subjekt der Entwicklung sein und bleiben. Daher ist das Konzept der Vollautomatisierung, nach dem der Mensch schrittweise aus dem Prozess eliminiert werden soll, verfehlt!“

Die Ersetzung des Menschen als Gesetz der technischen Entwicklung wurzelt in einem sehr merkwürdigen Verständnis des Begriffs *Technik*, welches das Offensichtliche vergisst – es gibt keine *technischen Systeme*, sondern nur *technosoziale Systeme*.

Michail Rubin präzisierte in einer PM vom 10.11.2019 seine Position wie folgt:

Dies erfordert eine gesonderte Diskussion. Wir verweisen auf die Arbeit von Lubomirsky und Litvin, die sich auf die Verdrängung des Menschen aus technischen Systemen bezieht. Wir sind uns einig, dass dieses Phänomen kein Gesetz ist, sondern ein Trend, der einem anderen Gesetz folgt: dem Gesetz der Erhöhung der Autonomie von Systemen. Wir haben die Liste von Gesetzen und Trends in der Ausschreibung entsprechend modifiziert. Sie haben absolut Recht, dass technische Systeme nicht unabhängig sind in ihrer Entwicklung und allgemeiner sozio-technische Systeme

⁶So Jörg Goldberg, André Leisewitz: Umbruch der globalen Konzernstrukturen. Z 108 (Dezember 2016), S. 8–19.

⁷<http://www.informatik.uni-leipzig.de/~graebe/Texte/Fuchs-02.pdf>

betrachtet werden müssen. Gesetze der Entwicklung sozio-technischer Systeme unterscheiden sich aber von den Gesetzen der Entwicklung technischer Systeme. Für rein technische Systeme kann wirklich der Trend der schrittweisen Herauslösung menschlicher Beteiligung beobachtet werden. Statt eines Ruderbootes erscheint ein Boot mit einem Motor. Die ganze industrielle Revolution des 17. Jahrhunderts ist auf der Verdrängung des Menschen durch Motoren und Maschinen aufgebaut. Die nächste technologische Revolution ist mit der Verdrängung des Menschen aus dem Bereich der Kontrolle durch Automatisierung und Computer verbunden. Das heißt aber nicht, dass aus technologischer Sicht der Mensch aus dem sozio-technischen System verdrängt wird. Im Gegenteil, der Mensch bleibt die Hauptanforderungsquelle für technische Systeme. Aber diese Anforderungen werden zunehmend ohne menschliches Eingreifen erfüllt. Dieser Trend ist auch charakteristisch für das Kino als technisches System⁸. Es ist klar, dass der Mensch weder aus dem Prozess der Schaffung von Filmwerken, noch von Kunstwerken, noch aus dem Prozess des Konsums von Kinoprodukten herausgedrängt wird, er bleibt das Zentrum all dieser Prozesse.

In diesem Zusammenhang ergeben sich für mich eine Reihe von Fragen, die auch in einer ersten Diskussion auf Facebook⁹ nicht ausgeräumt werden konnten.

1. Was ist ein *technisches System* im Gegensatz zu einem *sozio-technischen System*?
2. Wie ist der Ansatz *Entwicklung technischer Systeme* zu verstehen? Gibt es eine Entwicklung einzelner technischer Systeme oder kann deren Entwicklung nur in der Gesamtheit technischer Systeme oder nur in noch umfassenderen gesellschaftlichen Strukturen sinnvoll besprochen werden?
3. In welchem Verhältnis steht *der Mensch* zu einzelnen technischen Systemen und zur Gesamtheit seiner technischen Schöpfungen? In welchem Umfang ist bei dieser Frage zwischen dem *Menschen als Gattungssubjekt* (dem verfügbaren Verfahrenswissen), einzelnen Menschen als handelnden *Akteuren in Mittel-Zweck-Verhältnissen* (dem privaten Verfahrenskönnen) und kooperativen Akteuren als *Betreiber der einzelnen technischen Systeme* (den institutionalisierten Verfahrensweisen) zu differenzieren?

Derartige Fragen ergeben sich insbesondere beim Studium von sozio-ökologischen Systemen, in welche die Wirkungen technischer Systeme ja offensichtlich eingebettet sind. Siehe hierzu etwa die Ansätze von Elinor Ostrom¹⁰, die in unserem Leipziger Seminar¹¹ gerade besprochen werden.

⁸Das Thema der Aufgaben des TRIZ-Cups.

⁹<https://www.facebook.com/groups/111602085556371>

¹⁰J.M. Anderies, M.A. Janssen, E. Ostrom (2004). Framework to Analyze the Robustness of Social-ecological Systems from an Institutional Perspective. In: Ecology and Society 9 (1), 18. – E. Ostrom (2007). A diagnostic approach for going beyond panaceas. Proceedings of the national Academy of sciences, 104(39), 15181–15187.

¹¹<https://github.com/wumm-project/Leipzig-Seminar>.

2 Was sind technische Systeme?

2.1 Einige vorbereitende Überlegungen

Die große Mehrzahl der von Menschen erschaffenen technischen Systeme sind Unikate. Der Wirtschaftszweig, der mit der Herstellung solcher Unikate befasst ist, heißt *Industrieanlagenbau*. Auch die Mehrzahl der Informatiker ist mit der Erstellung solcher Unikate befasst, denn die IT-Systeme, die derartige Anlagen steuern, sind ebenfalls Unikate. Dasselbe gilt auch für die Ämter, Behörden und öffentlichen Einrichtungen. So ist zum Beispiel die Leipziger Stadtverwaltung aktuell damit befasst, ihre Verwaltungsprozesse zu „digitalisieren“, was unter Führung des Dezernats Allgemeine Verwaltung und zusammen mit dem städtischen IT-Dienstleister Lecos erfolgt.

Natürlich wird dabei das Fahrrad nicht dauernd neu erfunden – Komponententechnologien bilden die Grundlage jeder ingenieur-technischen Arbeit und auch die Informatik hat nach einer mehr als 25 Jahre dauernden Softwarekrise¹² zu komponentenbasierten Entwicklungsmethodiken gefunden¹³. In diesem Kontext haben sich allerdings auch die Berufsbilder der Informatiker differenziert in Komponentenentwickler („design for component“) und Komponentenmonteure („design from component“). Erstere entwickeln Komponenten für einen größeren Markt, zweitere entwickeln daraus weiterhin die großen Unikate („Systeme“ auch in der informatischen Fachsprache).

Wir bewegen uns dabei klar im Bereich der Standard-TRIZ-Terminologie eines *Systems von Systemen* – ein technisches System besteht aus Komponenten, die ihrerseits technische Systeme sind, deren *Funktionieren* (sowohl im funktionalen als auch im operativen Sinn) für die aktuell betrachtete Systemebene vorausgesetzt wird. Der Begriff eines technischen Systems hat damit eine klar epistemische Funktion der „Reduktion auf das Wesentliche“. Einstein wird der Ausspruch zugeschrieben „make it as simple as possible but not simpler“. Das *Gesetz der Vollständigkeit eines Systems* bringt genau diesen Gedanken zum Ausdruck, allerdings tritt er hier nicht als *Gesetz*, sondern als *Modellierungsdirektive* in Erscheinung.

Der Begriff *technisches System* ist in einem solchen planerisch-realweltlichen Kontext vierfach überladen

1. als realweltliches Unikat,
2. als Beschreibung dieses realweltlichen Unikats

und für in größerer Stückzahl hergestellte Komponenten auch noch

3. als Beschreibung des Designs des System-Templates sowie
4. als Beschreibung und Betrieb der Auslieferungs- und Betriebsstrukturen der nach diesem Template gefertigten realweltlichen Unikate.

Insbesondere der letzte Punkt, der Zusammenhang zwischen einer Komponenten als Konzept und den realweltlich verbauten Komponenteninstanzen, ist komplex, da die produktiven

¹²Patrick Hamilton (2008). Wege aus der Softwarekrise: Verbesserungen bei der Softwareentwicklung. ISBN 978-3-540-72869-6.

¹³Clemens Szyperski (2002). Component Software: Beyond Object-Oriented Programming. ISBN: 978-0-321-75302-1.

Strukturen der Herstellung und des Einsatzes dieser Komponenteninstanzen gewöhnlich auseinanderfallen, die Komponenteninstanzen nach der Herstellung also verschickt und an ihrem Einsatzort für den konkreten Gebrauch vorbereitet und verbaut werden müssen. In der Theorie einer *Software aus Komponenten* werden dabei die drei Phasen *deploy*, *install*, *configure* deutlich unterschieden.

2.2 Kommentar von N. Shpakovski, 8.12.2019

Gesetze und Entwicklungslinien werden aktiv bei der Lösung von situativen und prognostischen Aufgaben eingesetzt. Es geht um das System, aber sehr wenig, und das habe ich schon lange verstanden.

In letzter Zeit denke ich oft an das Konzept des „technischen Systems“. Dieses Konzept ist ein wichtiger Teil des Prozesses zur Lösung von Problemen nach unserem Ansatz. Ich finde nichts Falsches am Ansatz des VDI¹⁴, alles stimmt, alles auf der Welt kann als System betrachtet werden. Jedes System kann als „System von Systemen“ dargestellt werden, wir wählen einfach irgendeine Ebene aus und sagen – das ist ein System. Dann ergibt sich sofort die Möglichkeit zu sagen, dass es Obersysteme und Subsysteme gibt.

Du hast eine konkrete Frage gestellt - was ist der Unterschied zwischen den Konzepten „System – Subsysteme“ und „System – Komponenten“. Es ist einfach – die Komponente ist ein noch nicht systematisierter Teil des Systems, ein potenzielles Teilsystem.

Anmerkung HGG: Das widerspricht aber dem Verständnis der Komponententechnologie, nach dem die Komponenten zur Bauzeit des Systems, also *vor* dessen Betrieb vorhanden sein müssen.

Das Konzept des „technischen Systems“ ist in der TRIZ schrecklich verstrickt. Als technisches System wird eine Reihe von Mechanismen betrachtet, die eine neue Qualität ergeben, zum Beispiel ein Auto, ein Stift, eine Uhr. Als technisches System wird ein System zur Durchführung einiger Funktionen bezeichnet, beispielsweise zum Transport von Gütern, wozu außer dem Auto noch viel mehr gehört. Das ist nicht schlimm, das Problem ist, dass diese Definitionen kühn vermischt werden, was zu schrecklicher Verwirrung führt. Den Fahrer in das System Auto einbeziehen oder nicht? Was ist mit Benzin? Ist Luft ein Teil des Autos oder nicht? Menschen leben mit diesen Verwirrungen gut, bauen ganze Theorien und führen Seminare durch, was diese Verwirrungen nur noch verstärkt.

Für mich unterscheide ich

1. ein technisches System (systematisiertes technisches Objekt, eine Maschine auf dem Lager),

¹⁴Auf Facebook schrieb ich dazu: Als zentrale Frage steht für mich, was überhaupt ein „Technisches System“ ist. Ist dieser Begriff in der Mehrzahl, wie im TRIZ-Kontext wie selbstverständlich gebraucht, überhaupt sinnvoll verwendbar? Der VDI – Verein Deutscher Ingenieure – als Standesorganisation, der in der VDI-Richtlinie 3780 den Technikbegriff normiert, ist in dieser Frage uneins, indem er von einer „Menge von Systemen“ spricht und Technik in folgenden drei Dimensionen betrachtet:

- Menge der nutzenorientierten, künstlichen, gegenständlichen Gebilde (Artefakte oder Sachsysteme);
- Menge menschlicher Handlungen und Einrichtungen, in denen Sachsysteme entstehen und
- Menge menschlicher Handlungen, in denen Sachsysteme verwendet werden.

2. ein funktionierendes System (was im Patent als „Maschine in Arbeit“ bezeichnet wird),
3. ein nützliches technisches System (das, was ein nützliches Produkt herstellt).

Natürlich verwirrt das Wort „technisch“ hier viel, aber in dieser Situation ist das so zu verstehen, dass ein technisches System ein System ist, das Bezug zur Technik (Ingenieurwesen) hat oder zur Technik des Durchführens irgendeiner nützlichen Handlung. Wirf besser dieses Wort komplett weg. Das Wichtigste, das Nützlichste zur Lösung des Problems ist ein nützliches System. Auf dieser Ebene verliert das Wort „technisch“ seine Bedeutung, weil es ein Elektriker sein kann, der eine Glühbirne einsetzt oder ein Raumschiff geht in die Umlaufbahn oder ein Anwalt oder ein Computerprogramm. Das Hauptkriterium ist, ob dies ein nützliches Ergebnis ergibt oder es sich um „Mozhaiskis nicht-fliegender Flugzeug“ handelt¹⁵?

¹⁵Ein im russischen Kontext berühmtes Beispiel ähnlich dem „Schneider von Ulm“ im Deutschen, siehe https://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_der_Luftfahrt.