

Zur Entwicklung Technischer Systeme

Hans-Gert Gräbe, Leipzig

Version vom 18. Januar 2020

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 2018) zu finden. Zu finden ist ein solche Tendenz allerdings in der 2018 herausgegebenen von MATRIZ autorisierten Version der *Trends of Engineering System Evolution* (TESE), siehe (Lyubomirskiy u.a. 2018). 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 42:570 ff.) – einem frühen Rohentwurf der eigenen ökonomischen Theorie – entwickelt Marx die Vision einer Gesellschaft, in welcher der „gesellschaftliche Stoffwechsel“ (MEW 23:37) 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 42:592)

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 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,

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>.

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 42:584)

Dieser Gedanke ist weitgehend singulär und im übrigen Marxschen Werk nirgends ausgearbeitet. So wenigstens (Goldberg/Leisewitz 2016).

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 der Zusammenfassung (Fuchs-Kittowski 2001) seiner Arbeiten

„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!“
(ebenda:10)

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 S. Rubin präziserte 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 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 System⁴. 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 Facebook⁵ 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 Verfahrenkönnen) 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 Ostrom in (Anderies u.a. 2004) sowie (Ostrom 2007), die in unserem Leipziger Seminar⁶ gerade besprochen werden.

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.

⁴Das Thema der Aufgaben des TRIZ-Cups.

⁵<https://www.facebook.com/groups/111602085556371>

⁶<https://github.com/wumm-project/Leipzig-Seminar>.

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 Softwarekrise (Hamilton 2008) zu komponentenbasierten Entwicklungsmethodiken gefunden (Szyperski 2002). 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 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 Nikolay 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 VDI⁷, 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),
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“ handelt⁸?

⁷Auf 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.

⁸Ein im russischen Kontext berühmtes Beispiel ähnlich dem „Schneider von Ulm“ im Deutschen, siehe https://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_der_Luftfahrt.

2.3 Kommentar von Michail S. Rubin, 31.12.2019

1. Was ist ein technisches System im Gegensatz zu einem sozio-technischen?

Die Antwort ist ganz einfach: Bei der Betrachtung eines technischen Systems berücksichtigen wir keine anderen bestehenden Beziehungen (soziale, wirtschaftliche, politische, wirtschaftliche, Marketing usw.) im System, mit Ausnahme von Objekten und Beziehungen technischer Natur. Diese externen (menschlichen, kulturellen) Beziehungen können durch zusätzliche Anforderungen oder Einschränkungen an technische Objekte ersetzt werden.

Bei der Betrachtung von Systemen als sozio-technisch werden eine Reihe technischer Objekte und Zusammenhänge berücksichtigt, beispielsweise wenn die TRIZ-Analyse von Produktionsunternehmen nicht nur als technisches System (Maschinen, Geräte), sondern die Fabrik als sozio-technisches Objekt betrachtet wird: Bestellsystem und Marketing, Personalpolitik, Finanzen und die wirtschaftliche Lage des Unternehmens, Systeme der Entscheidungsfindung usw. Offensichtlich verändert dies den Gegenstand der Überlegungen und die Forschungsinstrumente grundlegend.

Ich verweise dazu zum Beispiel auf meine Aufsätze (Rubin 2007) und (Rubin 2010).

2. Ist es möglich, die Entwicklung technischer Systeme isoliert von sozialen Strukturen zu betrachten?

Unter dem Gesichtspunkt der Entwicklung der Materie in der Natur sollten technische Systeme als soziokulturelle Systeme auf der Ebene wirtschaftlicher, finanzieller, politischer und anderer Systeme klassifiziert werden, die als Teil der menschlichen Kultur in einem zivilisierten Umfeld entstanden sind und nur dort existieren können.

Gleichzeitig werden Geschäftssysteme, politische Systeme, ethische Systeme usw. als eigenständige Objekte betrachtet. Trotz der direkten Verbindung dieser Systeme mit der Zivilisation, mit soziokulturellen Systemen, haben sie ihre eigenen Gesetze und gelten als eigenständige Forschungsobjekte. Es ist nicht überraschend, dass technische Systeme unabhängig voneinander betrachtet werden können, aber auch als sozial und technisch betrachtet werden können (d.h. das soziale Umfeld einschließen).

3. Zwischen Menschen und technischen Systemen gibt es viele sehr unterschiedliche Zusammenhänge. Welche Aspekte dieser Verbindungen interessiert Sie? Erzeugung und Entwicklung, Betrieb, ästhetische Bindungen, ethische, wirtschaftliche, politische, künstlerische, biologische – es gibt eine Vielzahl von Schichten des Verhältnisses von technischen Systemen und Menschen.

2.4 Kommentar von Hans-Gert Gräbe, 18.01.2020

Mir ist bewusst, dass ich mit meinen Fragen einen großen diskursiven Korpus berühre, so dass sich kurzschlüssige Antworten oder gar Urteile verbieten.

Das wird in (Rubin 2010) besonders deutlich, mit dem Sie die von mir aufgeworfenen Fragen in einen sehr weiten Kontext stellen. Dies ist zweifellos möglich und wahrscheinlich auch sinnvoll. Sie beziehen sich dabei besonders auf die Ergebnisse der sowjetischen Ethnografie, die im Westen wenig bekannt sind. Ich selbst bin mit wesentlichen Ansätzen von L.N.Gumilev

wie Passionarität und seinem Ansatz einer etwa 1500-jährigen „S-Kurven“-artigen Entwicklung von Zivilisationen aus dem Sammelband (Gumilev 1994) etwas vertraut. Ins Deutsche übersetzt wurde bisher nur sein Text (Gumilev 2017), in dem er seinen Passionaritätsansatz auf den Übergang von der Kiewer zur Moskauer Rus als zivilisatorischen „S-Kurven-Wechsel“ entwickelt. Andere Autoren wie (Adji 2011) weisen darauf hin, dass die Kiewer Rus zu einer Zeit entstanden ist, wo das Gebiet faktisch eine normannische Kolonie war und das Establishment von Warägern gebildet wurde. Nach diesem Ansatz ist die Quelle der Entwicklung dort dem Aufeinandertreffen der Kulturen der Eroberer und der Eroberten geschuldet. Die Migrationsströme auf der Karte (Rubin 2010:Karte 5) müssen in dem Kontext seit wenigstens 10 000 Jahren auch als Ströme kultureller und technologischer Entwicklungspotenziale und Vermischungen gesehen werden. So lange währt in diesem Verständnis bereits die „Globalisierung“.

Über diese Zusammenhänge gibt es wichtige Arbeiten von V.I. Vernadsky, insbesondere dessen Noosphärenansatz (Vernadsky 1997). Welche Rolle spielen in Ihrem Systemansatz diese Überlegungen?

Auch scheint nach (Klix/Lanius 1999) klar zu sein, dass diese Migrationsbewegungen oft durch lokalen Klimastress in Folge globaler Klimaveränderungen ausgelöst wurden, ja dieser Klimastress viel ursächlicher für technologische Weiterentwicklungen war als Migration und kulturell-technische Vermischung, die ja nur das global bereits Verfügbare fusioniert, nicht aber zu neuen Ufern aufbricht.

Trotz Sesshaftigkeit seit der Neolithischen Revolution spielen derartige Migrationsbewegungen noch bis in die Neuzeit eine wichtige Rolle. Wir haben uns in letzter Zeit – durch die recht ungenauen Angaben in (Adgi 2011) angeregt – etwas genauer für die Migrationsbewegungen in Europa im Zeitraum 1000 v.Chr. bis 400 n.Chr. interessiert und dabei für die von Gumilev in diesem Territorium beschriebenen Entwicklungen, die in (Rubin 2010:Karte 17) referenziert werden, aber ja weitgehend spekulativen Charakter haben, wenig Bestätigung gefunden.

Ich komme zu meiner Ausgangsfrage über das Verhältnis technischer und sozio-kultureller Systeme zurück. Meine Studentengruppe löst gerade die Aufgabe „Schiffsmast“⁹ aus dem Minsker TRIZ-Trainer. Betrachtet man das Boot als Teil eines Wassertransportsystems, dann ist die Lösung einfach: Gib in dein Navi ein, dass die Brückendurchfahrt gesperrt ist, und lasse dieses einen anderen Weg suchen. Im Kontext eines autonom fahrenden Boots (der Mensch ist – in Ihrem Verständnis – vollkommen aus dem System „Boot“ verdrängt) gibt es wohl auch keine andere Lösung (**These:** Wo kein Mensch, da auch kein TRIZ).

Natürlich ist das keine „ordentliche“ Lösung, man soll das System „Boot“ analysieren. Für dessen Hauptfunktion (Wassertransport) ist der Mast komplett entbehrlich, dessen beide Funktionen (Träger von Antenne und Oberlicht) gehören zur Komponente „Steuerung“ des Systems „Boot“. Also muss man diese Komponente als Teilsystem weiter analysieren – wozu Antenne und wozu Oberlicht?

Oberlicht: Im Ober-Ober-System „Wassertransport“ gibt es die Vorschrift (technisch? sozio-kulturell?), einen hohen Mast zu beleuchten. Diese vom Menschen (in einem komplizierten sozio-kulturellen Prozess der Institutionalisierung) vereinbarte Vorschrift entfaltet also ihre konkrete Wirkung als technische Vorgabe (so jedenfalls ist das nach der von Ihnen angegebenen Vorgehensweise in die Anforderungen an das System „Radio“ zu importieren, dessen Komponente die Antenne ist, das wiederum ein Teil des Systems „Steuerung“ ist). Dieses Pro-

⁹Siehe <https://triztrainer.ru/tasks/section-1/ship-mast/>.

blem kann also nach Studium der Regeln aus dem Ober-Ober-System einfach gelöst werden – kein Mast, auch kein Oberlicht erforderlich.

Antenne: Gehört offensichtlich zur Komponente Funkverbindung als Teil des Systems „Steuerung“. Auch wenn der Mensch in einem komplett autonom fahrenden Boot eliminiert wäre – auch jenes autonom fahrende Boot benötigte die von Menschen betreute und betriebene Navigationsinfrastruktur, auf die der Bootsführer im gegebenen Kontext über die Funkverbindung zugreift.

Zusammenfassend: Ihre Argumentation greift nach meinem Verständnis zu kurz.

3 Literatur

- Murad Adji (2011). Азиатская Европа. (Das asiatische Europa). Astrel, Moskau. ISBN 978-5-271-36400-6.
- J.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.
- Klaus Fuchs-Kittowski (2001). Wissens-Ko-Produktion/Verarbeitung, Verteilung und Entstehung von Informationen in kreativ-lernenden Organisationen. In: Fuchs-Kittowski u.a. (Hrsg.). Organisationsinformatik und Digitale Bibliothek in der Wissenschaft. Wissenschaftsforschung, Jahrbuch 2000. Gesellschaft für Wissenschaftsforschung, Berlin.
http://www.wissenschaftsforschung.de/JB00_9-88.pdf
- Jörg Goldberg, André Leisewitz (2016). Umbruch der globalen Konzernstrukturen. Z 108, S. 8–19.
- Hans-Gert Gräbe (2020). Reader zum 16. Interdisziplinären Gespräch *Das Konzept Resilienz als emergente Eigenschaft in offenen Systemen* am 7.2.2020 in Leipzig.
<http://mint-leipzig.de/2020-02-07/Reader.pdf>.
- Lev N. Gumilev (1994). Конец и вновь начало. (Ende und wieder Anfang). Aufsätze, zusammengestellt von N.V.Gumilev. Tanais Verlag, Moskau.
- Lev N. Gumilev (2017). Von der Rus zu Russland. Monsenstein und Vannerdat, Münster.
- Patrick Hamilton (2008). Wege aus der Softwarekrise: Verbesserungen bei der Softwareentwicklung. ISBN 978-3-540-72869-6.
- Friedhart Klix, Karl Lanus (1999). Wege und Irrwege der Menschenartigen. Kohlhammer, Stuttgart.
- Karl Koltze, Valeri Souchkov (2017). Systematische Innovation. Hanser Verlag, München. Zweite Auflage. ISBN 978-3-446-45127-8.
- Alexander Lyubomirskiy, Simon Litvin, Sergey Ikovenko, Christian M. Thurnes, Robert Adunka (2018). Trends of Engineering System Evolution. Eigenverlag, Sulzbach-Rosenberg. ISBN 978-3-00-059846-3.

- Karl Marx (MEW 23). Das Kapital, Band 1. Dietz Verlag, Berlin.
- Karl Marx (MEW 42). Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie. Dietz Verlag, Berlin.
- Elinor Ostrom (2007). A diagnostic approach for going beyond panaceas. Proceedings of the national Academy of sciences, 104(39), 15181–15187.
- Michail S. Rubin (2007). О выборе задач в социально-технических системах. (Über die Wahl von Aufgaben in sozial-technischen Systemen). In: ТРИЗ Анализ. Методы исследования проблемных ситуаций и выявления инновационных задач. (TRIZ-Analyse. Methoden zur Untersuchung von Problemsituationen und zur Identifizierung innovativer Aufgaben). Hrsg. von S.S. Litvin, V.M. Petrov, M.S. Rubin. Библиотека Саммита Разработчиков ТРИЗ, Moskau. S. 35–46. <https://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/TRIZ-summit2007.pdf>.
- Michail S. Rubin (2010). Филогенез социокультурных систем. Секреты развития цивилизаций. (Phylogenese soziokultureller Systeme. Geheimnisse der Zivilisationsentwicklung). <http://www.temm.ru/en/section.php?docId=4472>.
- Clemens Szyperski (2002). Component Software: Beyond Object-Oriented Programming. ISBN: 978-0-321-75302-1.
- V.I. Vernadsky (1997, Original 1936–38). Scientific Thought as a Planetary Phenomenon. <https://wumm-project.github.io/Texts.html>