

Modellierung nachhaltiger Systeme und Semantic Web

Diskussionsgrundlage für das Seminar am 10.11.2020

Hans-Gert Gräbe

6. November 2020

1 Gesetz, Gesetzmäßigkeit, Trend ... oder was?

Die in der Überschrift aufgeworfene Frage bleibt genauer auszuloten, der *Gegenstand* einer solchen epistemischen Kontroverse liegt aber klar abgrenzbar vor uns. Ich werde im Weiteren dafür das Wort „Gesetz“ verwenden, so lange wir hier nicht zu tieferen Einsichten gekommen sind.

Es steht außer Zweifel, dass die „Gesetze der Entwicklung technischer Systeme“ eine der zentralen Systematisierungsleistungen innerhalb der TRIZ-Theorie darstellen. Sie sind das kondensierte Ergebnis selbstreflexiver *induktiver* Erfahrung aus praktischer erfinderischer Ingenieurstätigkeit wie auch die TRIZ-Theorie als Ganzes, und Praktiker sind gut beraten, diese „Best Practices“ in den eigenen Handlungsvollzügen zu berücksichtigen.

Wie steht es aber um die *deduktive* Qualität jener Gesetze? Diese kann sich erst innerhalb einer umfassenderen *Theorie* entfalten, in der nicht nur die Gesetze selbst, sondern auch deren logischer Zusammenhang sowohl untereinander als auch mit noch genauer zu identifizierenden fundamentalen Begrifflichkeiten sprachlich gefasst werden kann. Eine genauere Vermessung dieses *Theoriefundaments* der TRIZ steht im Mittelpunkt unseres gesamten Seminars.

Die erste Frage, die sich stellt, wenn über die Evolution technischer Systeme gesprochen werden soll, ist die Frage nach zeitlichen Kontinuitätslinien. In welcher Kontinuität stehen das alte, verrostete Fahrrad in meiner Garage zu dem neuen, aktuell in Gebrauch befindlichen? Evolutionslinien werden sich nur konstituieren lassen, wenn auch hier vorab eine *Reduktion auf Wesentliches* erfolgt. Die Debatte um Evolution setzt also auch hier bereits eine *Systematik* voraus, deren Begriffsformierung methodisch vor ähnlichen Herausforderungen steht wie unsere Bemühungen, dem Begriff *technisches System* mehr Gestalt zu geben.

Hierzu wäre besser zu verstehen, was denn „wesentlich“ bedeutet, wie Wesentliches von Unwesentlichem geschieden werden kann und was es überhaupt mit dem Kern des Ganzen, dem Begriff *Wesen* auf sich hat. Philosophen unterscheiden „Erscheinung“ und „Wesen“ (russ. «явление» und «сущность»), und das werden wir in groben Zügen auch verstehen müssen. Siehe dazu etwa [5].

2 Die konkreten Entwicklungsgesetze

Altschuller [1, S. 124 ff.] hat acht solcher Gesetze identifiziert und genauer besprochen. Ebenda werden diese Gesetze wie folgt charakterisiert:

- A1 **Gesetz der Vollständigkeit der Teile eines Systems:** Notwendige Bedingungen für die Lebensfähigkeit eines technischen Systems ist das Vorliegen der Hauptteile des Systems und eine minimale Funktionsfähigkeit derselben.
- A2 **Gesetz der „energetischen Leitfähigkeit“ eines Systems:** Eine notwendige Bedingung für die Lebensfähigkeit eines technischen Systems ist der Energiefluss durch alle Teile des Systems.
- A3 **Gesetz der Abstimmung der Rhythmik der Teile eines Systems:** Eine notwendige Bedingungen für die Lebensfähigkeit eines technischen Systems ist die Abstimmung der Rhythmik (der Schwingungsfrequenzen, der Periodizität) aller Teile des Systems.
- A4 **Gesetz der Erhöhung des Grades der Idealität eines Systems:** Die Entwicklung aller Systeme verläuft in Richtung auf die Erhöhung des Grades der Idealität.
- A5 **Gesetz der Ungleichmäßigkeit der Entwicklung der Teile eines Systems:** Die Entwicklung der Teile eines Systems erfolgt ungleichmäßig. Je komplizierter das System ist, umso ungleichmäßiger verläuft die Entwicklung seiner Teile.
- A6 **Gesetz des Übergangs in ein Obersystem:** Nach Erschöpfung seiner Entwicklungsmöglichkeiten wird ein System als Teil in ein Obersystem aufgenommen. Dabei erfolgt die weitere Entwicklung auf der Ebene des Obersystems.
- A7 **Gesetz des Übergangs von der Makro- zur Mikroebene:** Die Entwicklung der Arbeitsorgane eines Systems erfolgt zunächst auf der Makroebene und anschließend auf der Mikroebene.
- A8 **Gesetz der Erhöhung des Anteils von Stoff-Feld-Systemen:** Die Entwicklung technischer Systeme verläuft in Richtung auf die Erhöhung des Anteils und der Rolle von Stoff-Feld-Wechselwirkungen.

Andere Autoren haben diese Liste modifiziert oder ergänzt. In [3, Abschnitt 4.8] werden Gesetze (Abschnitt 4.8.5) und Trends (Abschnitt 4.8.6) unterschieden und 5 Gesetze (G1=A1, G3=A4, G4=A5, G5=A8 und ein **Gesetz (G2) der Vollständigkeit des Obersystems**) sowie 11 Trends (S. 151) genannt. Im Inhaltsverzeichnis ist je ein Abschnitt ausgewiesen für

- T1 Dynamisierung
- T2 Koordination und Evolution der Rhythmik (A3, aber ergänzt um einen Evolutionsgedanken)
- T3 Gestalt- und Formkoordination
- T4 Evolution der Geometrie
- T5 Erhöhung des Energie-Leitvermögens (A2, aber nicht nur die *Existenz* entsprechender Flüsse wird thematisiert, sondern auch die *Intensivierung* dieser Flüsse)
- T6 Übergang auf die Mikroebene (A7)
- T8 Erhöhung der Automation
- T9 Übergang zum Obersystem (A6)
- T10 Zusammenfall

T8 wird bei anderen Autoren auch als „Verdrängung des Menschen aus technischen Systemen“ thematisiert, T10 in der englischen und deutschen Literatur als „Trimmen“ bezeichnet¹.

Die Darstellung ist etwas inkonsistent, denn Sie werden fragen, wieso 11 Trends, wenn hier nur 10 aufgezählt sind. Aber in [3, Abb. 4.65] sind in der Tat 11 Trends dargestellt, zusätzlich noch

T11 Steigerung des Grads der Kontrolle

T12 Funktionale Evolution

Einer zuviel? In der Übersicht fehlt T9=A6. Dafür sind die Trend weiter untergliedert in insgesamt **26 Entwicklungslinien**.

Nun also Gesetze, Trends und Entwicklungslinien. Altschuller hatte seine acht Gesetze in „statische“ („Gesetze, die die Anfangsperiode im Leben technischer Systeme bestimmen“ [1, S. 124]), „kinematische“ („Gesetze, die die Entwicklung technischer Systeme bestimmen, unabhängig von speziellen technischen und physikalischen Faktoren“ [1, S. 126]) und „dynamische“ („Gesetze der Entwicklung moderner technischer Systeme unter der Wirkung konkreter technischer und physikalischer Faktoren“ [1, S. 127]) gruppiert, wobei er den statischen und kinematischen Gesetzen einen universellen, „zeitlosen“ Charakter zuschreibt („sie gelten zu allen Zeiten, nicht nur für technische Systeme, sondern für Systeme überhaupt“, ebenda), den dynamischen dagegen einen eher speziellen Charakter („sie widerspiegeln die Hauptentwicklungstendenzen der technischen Systeme speziell in unserer Zeit“, ebenda).

Das bleibt weiter auszuloten und mit den begrifflichen Fundamenten abzugleichen, die etwa V. Petrov [4] gelegt hat:

Ein **Gesetz** ist ein notwendiges, wesentliches, nachhaltiges, sich wiederholendes Phänomen. Ein Gesetz drückt eine Beziehung zwischen Gegenständen, den Bestandteilen dieses Gegenstands, zwischen den Eigenschaften von Dingen als auch zwischen den Eigenschaften innerhalb dieser Dinge aus.

Aber nicht alle Beziehungen sind Gesetze. Beziehungen können notwendig und zufällig sein. Ein Gesetz ist eine **notwendige Beziehung**. Es bringt die wesentliche Beziehung zwischen im Raum koexistierenden Dingen zum Ausdruck. Es ist ein Gesetz des Funktionierens. Gesetze existieren *objektiv*, unabhängig vom Bewusstsein der Menschen.

Eine **Gesetzmäßigkeit** ist eine durch objektive Gesetze induzierte Bedingtheit; eine Form, in der sich die Existenz und Entwicklung in Übereinstimmung mit den Gesetzen entfaltet².

3 Ein Modell der Evolution technischer Systeme

Wir werden uns mit einzelnen Gesetzen aus der Liste in jedem der Seminare befassen, deshalb möchte ich die Diskussion in diesem Seminar auf die Begründung ihrer Systematik konzentrieren, die Koltze/Souchkov in den Abschnitten 4.8.1.–4. von [3] geben. „Modelle der Evolution

¹Interessanterweise spielte in der russischen Literatur zunächst auch der gegensätzliche Trend der Ausdifferenzierung als свёртывание und развёртывание eine Rolle, davon ist in moderneren Texten aber auch dort allein der erste Trend geblieben.

²Dies der Versuch einer sinngemäßen Präzisierung einer im Original schwer verständlichen Formulierung.

technischer Systeme“ ist der Abschnitt 4.8.1 überschrieben, aber von Modellen im Plural kann keine Rede sein, denn es geht allein um ein Modell der Entwicklung technischer Systeme längs S-Kurven – visualisiert durch eine monoton wachsende Funktion $f(t)$, auf der Abszisse ist die Zeit aufgetragen, auf der Ordinate „Leistung, Nutzen“, annotiert mit „Grad der Systemleistung (Hauptparameter der Wertschöpfung) basierend auf einem gegebenen Prinzip“. Im Bild 4.68 sind drei weitere Kurvenverläufe aufgetragen,

- eine „Glockenkurve“ (annotiert mit „Aufwand (Material, Energie, Personal, FuE) zur Wertschöpfung und und Lieferung der Funktionalität), die in erster Näherung als Ableitung $f'(t)$ durchgeht³,
- eine „Rentabilitäts-Kurve“ und
- eine Kurve „Niveau der Ideen“.

Diese Kurven bilden die Grundlage, die Evolution in **drei Phasen** zu unterteilen, die Phasen

- **Geburt des Systems** – Erschaffung der Hauptfunktion,
- **Wachstum** – Wachstum der Hauptfunktion,
- **Reife und Zusammenfall** – Bewahrung der Hauptfunktion.

Später (Bild 4.71) werden die Phasen mit „Wachstum“, „Reife“ und „Sättigung“ bezeichnet, und (rein spekulativ?) der zeitliche Verlauf der vier Parameter „technische Leistung“, „Anzahl der Erfindungen“, „Niveau der Erfindungen“ und „Profitabilität“ gegen diese drei Phasen aufgetragen.

Es bleibt genauer zu besprechen, auf welchen Grundlagen und impliziten Annahmen ein solches Modell aufbaut.

Literatur

- [1] Genrich S. Altschuller (1984). Erfinden. Wege zur Lösung technischer Probleme. Verlag Technik, Berlin.
- [2] Hans-Gert Gräbe (2020). Die Menschen und ihre Technischen Systeme. LIFIS Online, 19.05.2020. http://dx.doi.org/10.14625/graebe_20200519
- [3] Karl Koltze, Valeri Souchkov (2017). Systematische Innovationsmethoden. Hanser Verlag, München. ISBN 9783446451278
- [4] Vladimir Petrov (2020). Gesetze und Gesetzmäßigkeiten der Systementwicklung. Monografie in 4 Bänden (in Russisch). ISBN 978-5-0051-5728-7.
- [5] Annette Schlemm (2004): Hegels Gesetzesbegriff. <https://www.thur.de/philo/hegel/hegel20.htm>

³Man beachte aber, wenn die S-Kurve eine *logistische Funktion* ist, dann ist deren Ableitung *keine* Glockenkurve.