

Kreativität aus Sicht der Technikphilosophie

Vortragsveranstaltung „Systematisches Erfinden“

TH Wildau, 04. Dezember 2015

Professor Dr. Gerhard Banse
Berliner Zentrum Technik & Kultur



Inhalt

- 1 Vorbemerkung**
- 2 Historisches**
- 3 Systematisches**
- 4 Fazit**

1 Vorbemerkung I



Kreativität ist die menschliche Eigenschaft, die natürliche und soziale (einschließlich technische) Umwelt sowie das eigene Verhalten auf **neue** Art und Weise unter bestimmten Bedingungen und konkreten räumlichen und zeitlichen Beziehungen theoretisch wie praktisch beherrschen zu können.

Es „sind nicht alle Gemüther derer Menschen geneigt, nur demjenigen nachzusinnen, was sie von andern gelernt haben: es sind auch einige beflissen, vermöge der Weite ihres Verstandes, auf etwas neues zu gedencken, und ihren Verstand nach der rechten Weise zu gebrauchen; und diese, die solches thun, werden die Erfinder genannt.“

(Grosses vollständiges Universal-Lexicon aller Wissenschaftten und Künste... Hg. v. H. Zedler. Achter Band. Halle und Leipzig 1734, Sp. 1600)

Probleme (u.a.):

1. Ubiquität des Kreativitätsbegriffs (z.B. „Kreativwirtschaft“)
2. Beitrag der Technikphilosophie reicht von historischen Betrachtungen über wissenschaftstheoretischen Erörterungen über bis hin zu Problemen im Zusammenhang mit der Rolle des Menschen und seiner „Umwelt“ (Kultur).

1 Vorbemerkung II



⇒ Kreativität im technischen Bereich: *Erfinden / Entwurfshandeln*

„Wer richtig rasoniert, erfindet auch: und wer erfinden will, muß rasonieren können. Nur die glauben, daß sich das eine von dem andern trennen lasse, die zu keinem von beiden aufgelegt sind.“

(Lessing, G. E.: Hamburgische Dramaturgie. 26.-104. Stück [1767ff.]. In: Lessings Werke. Bd. 5. Leipzig/Wien1910, S. 352f.)

⇒ 1. Bedingungen/Voraussetzungen für das Hervorbringen von Neuem

- gesellschaftliche (soziale) und materielle B./V.
- individuelle B./V.

2. „Phasen“ der Genese von Neuem

- Idee des Neuen ⇒ Phantasie, Intuition, Erfahrung
- Umsetzung der Idee („Prototyp) ⇒ „Schwellen“, „Barrieren“
- Durchsetzung des Neuen (Innovation) ⇒ Zeit, Geld (+ W. Ostwald)

1 Vorbemerkung III



Unter „**Erfinden**“ sei (hier) das kreative „Finden“ (d.h. die ideelle „Vorwegnahme“) von Neuem (vor allem in Form technischer Sachsysteme) als Voraussetzung für eine nachfolgende (vor allem wirtschaftliche) Nutzung verstanden.

- Dem Neuen (d.h. der Erfindung) liegt ein kreativer Akt zugrunde.
- Das Neue ist nur in einem konkreten raum-zeitlichen Bezug „Neues“.
- Neues ist durch einen bestimmten „Abstand“ zum „Alten“ charakterisiert („Erfindungshöhe“).

Über Erfinden und Erfindungen wurde nachgedacht, seit Menschen ihr Da- bzw. Sosein reflektieren:

- Sokrates (um 400 v.u.Z.): „Mäeutik“ („Hebammenkunst“)
- Archimedes von Syrakus (um 250 v.u.Z): „Heureka“ („Ich habe es gefunden!“)
- Reimundus Lullus (um 1300): „Ars magna“ („Große Kunst“)

Systematisch(er) wurde „Erfinden“ (und „Erfindung“) mit der Entwicklung der Technikwissenschaften ab der Mitte des 19. Jh.s analysiert (auch im Zusammenhang mit der Herausbildung des Patentwesens).

Ansatz war bereits von Johann Beckmann (1739 - 1811) gegeben worden:

⇒ Verbindung von „wahren Grundsätzen“ und „zuverlässigen Erfahrungen“
(vgl. Johann Beckmann: Anleitung zur Technologie, oder zur Kenntniß der Handwerke, Fabriken und Manufacturen... [1777]. Fünfte, verbesserte und vermehrte Ausg. Göttingen 1802, S. 19)

1. „*Methodenstreit*“

- (a) Ferdinand Jakob Redtenbacher (1809 - 1863)
- (b) Franz Releaux (1829 - 1905)
- (c) Alois Riedler (1850 - 1936)

1. „*Methodenstreit*“ (a) Redtenbacher

„Allein, wer nur mit *allgemeinen Prinzipien* ausgerüstet die praktische Arena betritt, gleicht einem Schiffe, das zwar mit einem Steuerruder, aber weder mit Segelwerk noch mit einer treibenden Maschine versehen ist. Der Erfolg der Fahrt ist nicht zweifelhaft. Mit den Prinzipien der Mechanik erfindet man keine Maschine, denn dazu gehört, nebst dem *Erfindungstalent*, eine *genaue Kenntnis des mechanischen Prozesses, welchem die Maschine dienen soll*. Mit den Prinzipien der Mechanik bringt man keinen Entwurf einer Maschine zu Stande, denn dazu gehört *Zusammensetzungssinn, Anordnungssinn und Formensinn*. Mit den Prinzipien der Mechanik kann man keine Maschine wirklich ausführen, denn dazu gehören *praktische Kenntnisse* der zu verarbeitenden Materialien und eine *Gewandtheit* in der Handhabung der Werkzeuge und Behandlung der Hilfsmaschinen. Mit den Prinzipien der Mechanik betreibt man kein industrielles Geschäft, denn dazu gehört eine *charakterkräftige Persönlichkeit* und gehören *commercielle Geschäftskennnisse*.“

(Ferdinand Redtenbacher: Resultate für den Maschinenbau [1848]. 3., erw. Aufl. Vorrede zur ersten Auflage. Mannheim 1856, S. Vf.; H.d.V. – G.B.).

2 Historisches III



1. „*Methodenstreit*“ (b) Reuleaux

Will die in jedem Erfindungsprozess enthaltene „mehr oder weniger deutliche logische Gedankenfolge“ aufdecken, diese Tätigkeit beschreiben, um sie so „lehr- und lernbar“ zu machen:

Das „unerforschte Gebiet ist aber [...] die Frage: wie ist man zu dem Mechanismus, wie zu seinen Elementen gelangt? Was ist das Gesetzmäßige in dem Verfahren, einen Mechanismus zu kombinieren? Gibt es überhaupt hier eine Gesetzmäßigkeit? Oder hat man nur einfach das entgegenzunehmen, was uns die Erfindung überliefert hat; und bleibt als wissenschaftliche Aufgabe nur die Analysierung des so erhaltenen, das gleichsam naturhistorische Verfahren übrig?“

(Franz Reuleaux: Kinematische Mitteilungen. 1. Einleitung. In: Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen, Bd. 50 (1871), S. 111)

In „Theoretische Kinematik: Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens“ (1875) versucht er, die „Maschinenwissenschaft der Deduktion“ zu entwickeln, d.h. Regeln („Axiome“) theoretisch zu begründen bzw. zu fundieren, mit denen die verschiedensten Mechanismen entwickelbar seien.

1. „*Methodenstreit*“ (c) Riedler

„Insbesondere herrscht die Ueberschätzung analytischer Methoden und der Missbrauch, aus blossen Annahmen Folgerungen herauszurechnen, ohne ausreichende Anschauung und Anwendung weitläufige unfruchtbare Rechnungen ‚vorzutragen‘. Die Sache steckt dann in einer für den Anfänger undurchsichtigen Hülle. Das schafft das Zuviel an Methode und Zuwenig an Können ... Die schwierige Geistesarbeit liegt nicht in der Rechnung, sondern im Ansatz der Rechnung: dieser muss den vielfältigen Bedingungen der Wirklichkeit entsprechen, durch die Rechnung selbst kommt dann unfehlbar heraus, was in den Ansatz hineingelegt wurde.“

(Alois Riedler: Die Ziele der technischen Hochschulen. In: Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, Nr. 12/1896, S. 305)

Er sah Technik als Möglichkeit des künstlerischen und freien Schaffens an, nicht als Deduzieren aus Theorien. Dadurch kam es zu einer teilweisen Ablehnung exakter mathematischer Methoden.

2. „*Philosophie des Erfindens*“: Max Eyth (1836 - 1906))

„Wer erfolgreich Mittel und Wege zeigt, ein bisher unerreichtes Ziel auf dem Gebiet materiellen Wirkens zu erreichen oder auch wer neue Wege und Mittel zeigt, ein bereits bekanntes Ziel zu erreichen, hat eine Erfindung gemacht.“

(Max Eyth: Zur Philosophie des Erfindens [1903]. In: Max Eyth: Lebendige Kräfte. Sieben Vorträge aus dem Gebiete der Technik. 1905, S. 253)

Mittel \ Ziel	neu	realisiert
neu	Funktionserfindung I	Strukturerfindung
realisiert	Funktionserfindung II	Übertragungserfindung

3. „*Heurologie*“: Peter Klimentitsch von Engelmeyer (1860 - 1922)

„Der richtige Erfinder muß im betreffenden Fache das Erreichbare wollen, das Richtige wissen und das Nötige können.“

↪ „Dreiakt“

erster Akt: „Entstehung der Absicht. Akt des Wollens und der Intuition“

Auftauchen bzw. Aufklären einer Idee

Problemlösung in Form der Hauptbestandteile, die mehr erahnt denn gewusst werden.

zweiter Akt: „Ausarbeitung des Schemas. Akt des Wissens und Denkens“

Ersinnen des zweckgerichteten und zweckmäßigen Zusammenwirkens der einzelnen Elemente

dritter Akt: „Konstruktive Ausführung der Erfindung. Akt des Könnens“

Ausführung des Plans, Realisierung bzw. Vollendung des Werks

(Peter Klimentitsch von Engelmeyer: Der Dreiakt als Lehre von der Technik und der Erfindung, In: Zeitschrift für gewerblichen Rechtsschutz und Urheberrecht, H. 11/1909, S. 385f.)

3 Systematisches I



Erfinden umfasst jene Handlungen oder Tätigkeiten, deren Ziel die Antizipation, d.h. die gedankliche Vorwegnahme (neuer, aber auch verbesserter und optimierter) technischer Sachsysteme unter Einschluss der Möglichkeit ihrer praktischen Realisierbarkeit bzw. zukünftigen Realisierung ist.

Erfinden ist (systemtheoretisch) eine ***Systemsynthese***:

Ausgehend von einer (vorgegebenen) Zwecksetzung bzw. Aufgabenstellung (technische Funktion oder technisches) besteht die Aufgabe des Erfindens in der Zusammenführung einer Menge von geeigneten Elementen zu einem System mit einer Struktur, das diese Funktion oder dieses Verhalten (bei Beachtung vielfältiger ökonomischer, ökologischer, rechtlicher usw. „Rand-“ bzw. „Rahmen“bedingungen) zu erfüllen bzw. zu realisieren gestattet.

(Einschließlich der Gestaltung, Bemessung, Dimensionierung und Optimierung der sogenannten „funktionserfüllenden Struktur“.)

⇒ 1. *Lösungs„schar“* ist möglich (adäquate Lösungen):

Bei 6 Elementen mit jeweils 3 möglichen Variationen, ergeben sich (theoretisch) $3^6 = 729$ unterschiedliche Kombinationsmöglichkeiten, d.h. Systemvarianten!

Beispiel Auto:

- (1) Benzinmotor, Dieselmotor, Elektromotor;
- (2) Vorderachs-, Hinterachs-, Allradantrieb;
- (3) Limousine, Coupé, Kombi;
- (4) Schalt-, Automatik-, kombiniertes Getriebe;
- (5) Standard-, gehobene, Top-Ausstattung;
- (6) mit Reserverad, mit Notrad, mit Pannen-Set.

↪ 2. **Bewertungen** der möglichen Kombinationen / Lösungen sind erforderlich.

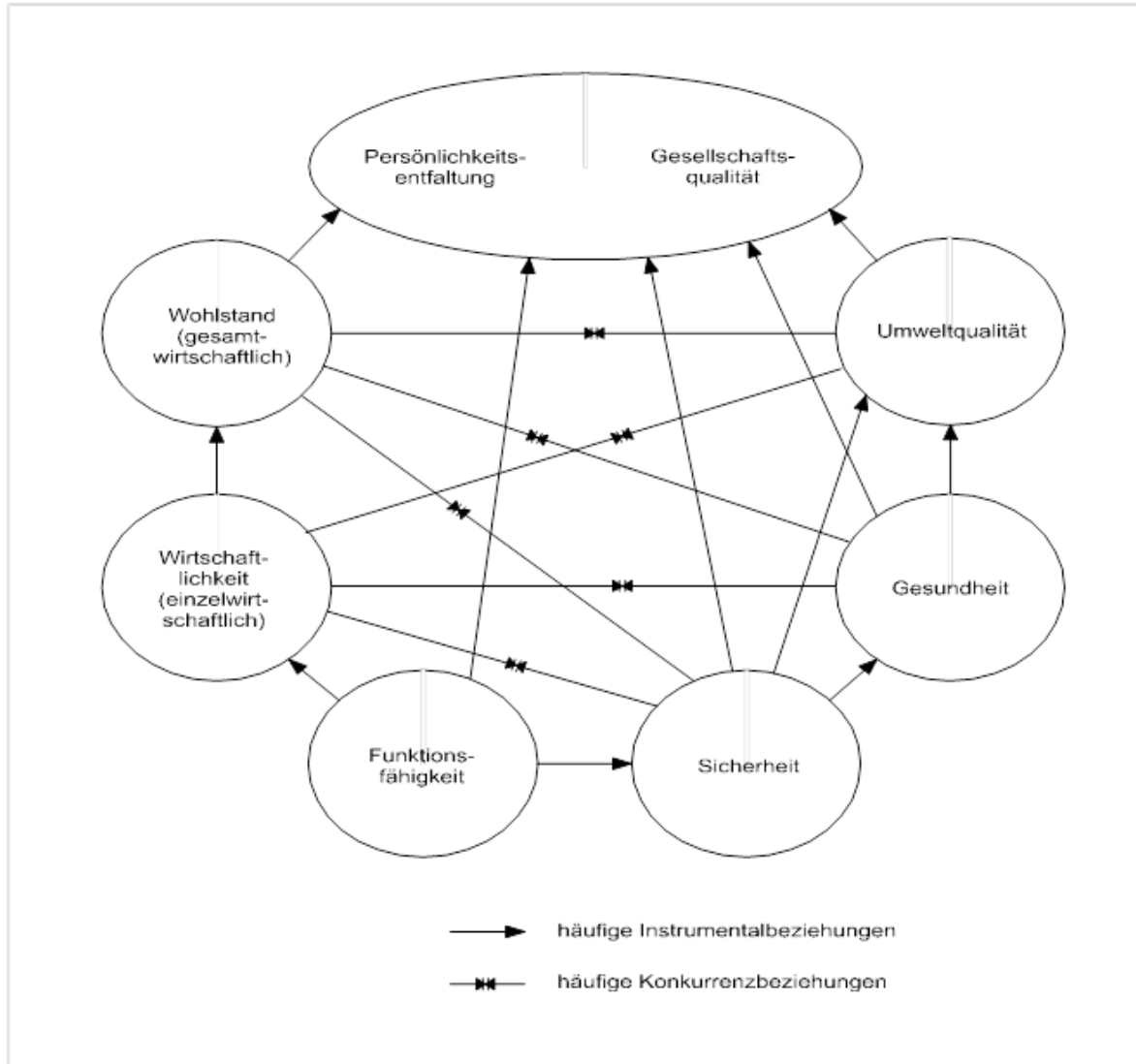
Bewerten bedeutet, etwas auf ein vorgängiges Wertesystem (Bewertungskriterien) zu beziehen.

Werte sind mehrstellige Relationen, die die Bedeutung von Sachverhalten für den Menschen bestimmen; sind bestimmend dafür, dass etwas anerkannt, geschätzt, verehrt oder erstrebt (bzw. abgelehnt, verachtet oder nicht erstrebt) wird; dienen zur Beurteilung oder Begründung bei der Auszeichnung von Handlungs- und Sachverhaltsarten, die es anzustreben, zu befürworten oder vorzuziehen (bzw. auszuschließen) gilt.

Probleme: differierende Wertpräferenzen / - hierarchien, Zielkonflikte

Beispiel: VDI-Richtlinie 3780 „Technikbewertung – Begriffe und Grundlagen“ (März 1991).

3 Systematisches IV



Notwendigkeit von

1. Abwägungen
2. (Poly-)Optimierungen

3.1 Wissenschaftstheoretische Überlegungen I

- (a) *technisch*: „Übergang“ vom (technisch zu erreichendem) Ziel bzw. (technisch zu realisierendem) Zweck zum (geeigneten technischen) Mittel (Ziel- bzw. Zweck-Mittel-Beziehung) = Adäquatheit
- (b) *problemtheoretisch*: vor allem Lösen von Entwurfsproblemen = Problemlösungsprozess
- „Ein Entwurfsproblem liegt immer dann vor, wenn bekannten Funktionen funktionserfüllende Strukturen zuzuordnen sind. [...] Ein echtes Entwurfsproblem liegt dann vor, wenn im technischen Abbildbereich keine funktionserfüllende Struktur bekannt ist.“
- (Parthey, H.; Schlottmann, D.: Problemtypen in den Technikwissenschaften. In: Banse, G.; Wendt, H. (Hg.): Erkenntnismethoden in den Technikwissenschaften. 1986, S. 53)

3.1 Wissenschaftstheoretische Überlegungen II

(c) *logisch I*: praktischer Schluss (praktischer Syllogismus), bei dem auf praktische (im Gegensatz zu theoretischen) Begründungen zurückgegriffen = (wissenschaftsbasierte) Begründbarkeit

Beim praktischen Syllogismus geht es „um die notwendigen Mittel zur Realisierung eines gegebenen Handlungszwecks“.

(Mittelstraß, J. (Hg.): Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie. Bd. 4. 1996, S. 155)

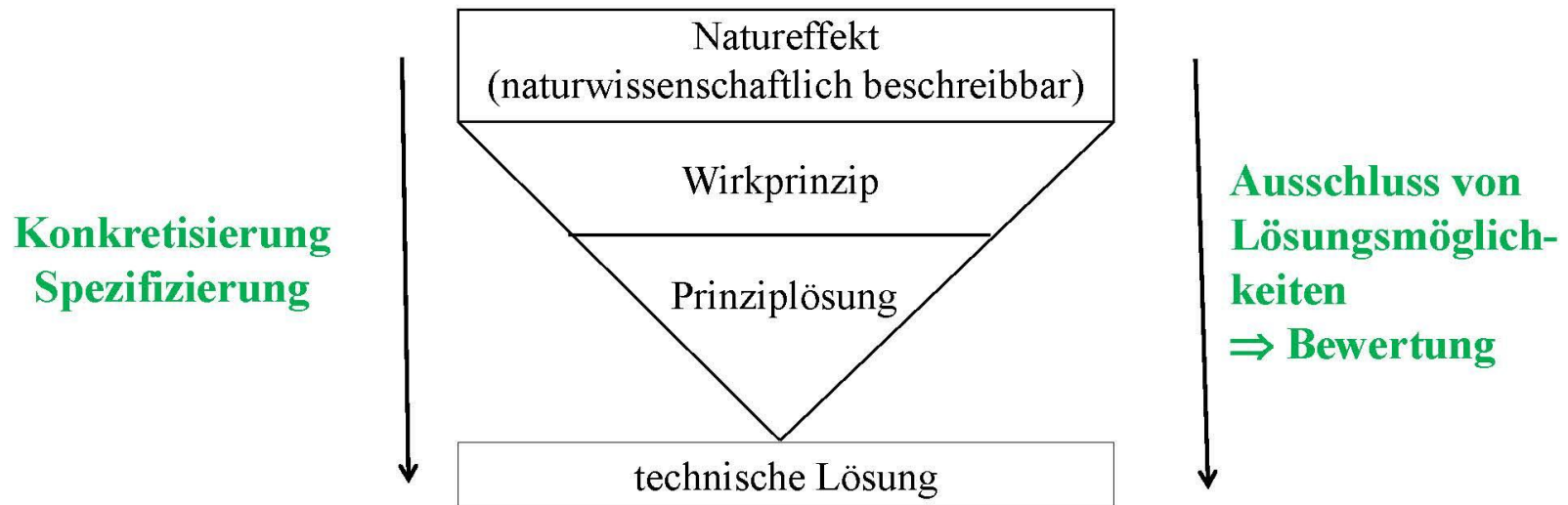
Seine „Beziehungen zu theoretischen Begründungen [sind] komplex und [bleiben] unklar“.

(Wright, G. H. von: Erklären und Verstehen. 3. Aufl. 1991, S. 36)

(d) *logisch II*: beim Erfinden handelt es sich hauptsächlich um (reduktive) Schlussweisen von der Folge auf den Grund = Hypothesizität (es wird von den Nachsätzen auf den Vordersatz geschlossen)

3.1 Wissenschaftstheoretische Überlegungen III

- ⇒ 1. Erfinden ist eine konkretisierende Vorgehensweise: vom abstrakten Prinzip (z.B. als Idee einer funktionserfüllenden Struktur) zum funktionsfähigen technischen (Sach-)System.



3.1 Wissenschaftstheoretische Überlegungen IV

- 2. Erfinden ist ein bewusstes „Überschreiten“ des Vorhandenen (sowohl des „Arte-Faktischen“ wie des „Wissensmäßigen“) als „Such-“ und Entscheidungsprozesses, für den es kein logisch oder empirisch begründbares (Schluss-)Verfahren gibt.
- 3. Erfinden erfolgt in der Regel unter Informationsmangel bzw. bei unvollständiger Information, d.h., dass zu Beginn des Erfindungsprozesses sind nicht alle relevanten Informationen verfügbar oder festgelegt („Dynamisierung der Begleitumstände“).

3.1 Wissenschaftstheoretische Überlegungen V

- ⇒ 2. Erfinden ist ein bewusstes „Überschreiten“ des Vorhandenen (sowohl des „Arte-Faktischen“ wie des „Wissensmäßigen“) als „Such-“ und Entscheidungsprozesses, für den es kein logisch oder empirisch begründbares (Schluss-)Verfahren gibt.
- ⇒ 3. Erfinden erfolgt in der Regel unter Informationsmangel bzw. bei unvollständiger Information, d.h., dass zu Beginn des Erfindungsprozesses sind nicht alle relevanten Informationen verfügbar oder festgelegt („Dynamisierung der Begleitumstände“).
- ⇒ 4. Erfinden erfordert (fast stets) eine Selektion, Reduzierung der Vielzahl der zu Beginn verfügbaren, um sie – den je konkreten (auch zeitlichen!) Bedingungen entsprechend – „operationalisierbar“, „handhabbar“ zu machen (Begründung für „Komplexitätsreduktionen“).

3.2 Gedankliche Prozesse I

Problem: Es gibt keinen Lösungsweg, mit dessen Hilfe das angestrebte Ziel in endlich vielen Schritten zwingend erreicht werden kann („unvollständiges Wissen“).

Operations-Klassen	Stereotyp, Routine	planbare/geplante Operationsfolgen		Intuition
Betrachtungsgesichtspunkt		strikt algorithmisch	unscharf	
Grad der Planbarkeit	nicht sinnvoll zu untersetzen	logisch-mathematisch planbar	heuristisch planbar	nicht planbar

Problemformulierungen können unter- oder überbestimmt sein.

3.2 Gedankliche Prozesse II

„verzwickte Probleme“ (Horst Rittel)

- Es gibt keine definitive Formulierung für ein bösartiges Problem.
- Lösungen für bösartige Probleme sind nicht richtig oder falsch, sondern gut oder schlecht.
- Jedes bösartige Problem ist wesentlich einzigartig.
- Bösartige Probleme haben weder eine zählbare (oder erschöpfend beschreibbare) Menge potenzieller Lösungen, noch gibt es eine gut umrissene Menge erlaubter Maßnahmen, die man in den Plan einbeziehen kann.
- Die Existenz einer Diskrepanz, wie sie ein bösartiges Problem repräsentiert, kann auf zahlreiche Arten erklärt werden; die Wahl der Erklärung bestimmt die Art der Problemlösung.

3.2 Gedankliche Prozesse III

Algorithmus und Heurismus

Algorithmus: Eindeutiges gedankliches Verfahren zur Transformation einer gegebenen Größe (in endlich vielen Schritten) in eine gesuchte bzw. angestrebte Größe.

Heurismus: Verfahren, Probleme methodenbewusst (oder besser: methodengeleitet) auch dort zu lösen, wo ein strikt algorithmisches Vorgehen nicht (oder noch nicht?) möglich ist.

- Heuristisch ist ein Argument, eine Regel, eine Methode usw. dann, wenn damit in Situationen, in denen kein Vorgehen *zwingend* ist, eine Entscheidung für den nächsten Schritt erlaubt bzw. ermöglicht wird.
- Ein Heurismus kann dann angegeben werden, wenn der erforderliche Vorgang infolge vorgängiger Erfahrungen *nicht mehr völlig unsicher* ist.

⇒ Analogieschlüsse, (begründete) Gewichtigungen, Plausibilitäten

4 Fazit I



- *Thomas Alva Edison*

„Erfinden ist 1 Prozent Inspiration und 99 Prozent Transpiration.“

- *Rudolf Diesel*

„Eine Erfindung besteht aus zwei Teilen: der Idee und ihrer Ausführung.“

„Wie entsteht die Idee? Mag sein, daß sie manchmal blitzartig auftaucht, meistens wird sie sich aber durch mühevolleres Suchen aus zahllosen Irrtümern langsam herauschälen, sich allmählich durch Vergleiche, Ausscheiden des Wichtigen vom Unwichtigen, mit immer größerer Deutlichkeit dem Bewußtsein aufdrängen, bis sie endlich klar vom Geiste geschaut wird.“

Immer wird nur ein geringer Teil der hochfliegenden Gedanken der körperlichen Welt aufgezwungen werden können, immer sieht die fertige Erfindung ganz anders aus als das vom Geist ursprünglich geschaute Ideal, das nie erreicht wird. [...] Man muß viel Wollen, um etwas zu erreichen. Das wenigste davon bleibt am Ende bestehen.“

- *Rudolf Diesel*

Die Zeit nach der praktischen Realisierung meines Motors waren Jahre des nervenaufreibenden „Kampfes mit Dummheit und Neid, Trägheit und Bosheit, heimlichem Widerstand und offenem Kampf der Interessen, die entsetzliche Zeit des Kampfes mit Menschen, ein Martyrium, auch wenn man Erfolg hat.“

⇒ Neues schaffende Tätigkeit ist kreative Tätigkeit!

Kenntnis entsprechender (Entwurfs-)Methoden und die Fähigkeit ihrer bewussten Nutzung sind integrale Momente des „modernen“ Erfindungsprozesses. Sie *unterstützen* und *verstärken* die kreativen Fähigkeiten und Fertigkeiten des (Problem-)Bearbeiters, *ersetzen* sie aber nicht.

Vor einem „Schematismus“ beim Erfinden (etwa der einfachen Übertragbarkeit von Lösungswegen) ist ebenso zu warnen wie vor übertriebenen Erwartungen an eine „engineering design science“.