

Modellierung nachhaltiger Systeme und Semantic Web

Modellierung widersprüchlicher Anforderungen in der TRIZ

Vorlesung im Modul 10-202-2330
im Master und Lehramt Informatik
sowie im Modul 10-202-2309 im Master Informatik

Prof. Dr. Hans-Gert Gräbe
<http://www.informatik.uni-leipzig.de/~graebe>

Wintersemester 2020/21

Begriff eines Technischen Systems

(V. Petrov, 2020)

Ein **System** ist eine Menge von *Elementen*, die *untereinander verbunden* sind und *miteinander interagieren*, die ein *einheitliches Ganzes* bilden, das *Eigenschaften* besitzt, die nicht bereits in den konstituierenden Elementen, einzeln betrachtet, enthalten sind.

Eine solche Eigenschaft wird als **Systemeffekt**, **Synergie** oder **Emergenz** bezeichnet.

Als **Synergie** bezeichnet man den summierenden Effekt der Wechselwirkung von zwei oder mehr Faktoren, dadurch charakterisiert, dass ihre Wirkung deutlich über die Wirkung jeder einzelnen der Komponenten und deren einfache Summe hinausgeht.

Technische Systeme als Reduktion auf Wesentliches

Die Reduktion auf das Wesentliche ...

... fokussiert auf die folgenden drei Dimensionen:

- (1) Abgrenzung des TS nach außen gegen eine *Umwelt*, Reduktion dieser Beziehungen auf Input/Output-Beziehungen und garantierten Durchsatz (Zweckbestimmtheit und Arbeitsfähigkeit).
- (2) Abgrenzung des TS nach innen durch Gruppierung von Teilen als *Komponenten*, deren Funktionieren auf eine „Verhaltenssteuerung“ über deren Schnittstellen reduziert wird.
- (3) Reduktion der Beziehungen im TS selbst auf *kausal wesentliche*.

Technische Systeme und Vorgängigkeit

Das TS in der Welt der technischen Systeme

Die Beschreibung des TS selbst ist nur auf der Grundlage von Beschreibungen anderer (explizit oder implizit gegebener) TS möglich. Der Beschreibung vorgängig sind:

- (1) Eine vage Vorstellung der (funktionierenden) Input/Output-Charakteristika der Umwelt.
- (2) Ein klares Bild von der Funktionsweise der Komponenten über die reine Spezifikation hinaus.
- (3) Eine vage Vorstellung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen im System selbst, das der detaillierten Modellierung vorausgeht.

Komponenten und Objekte

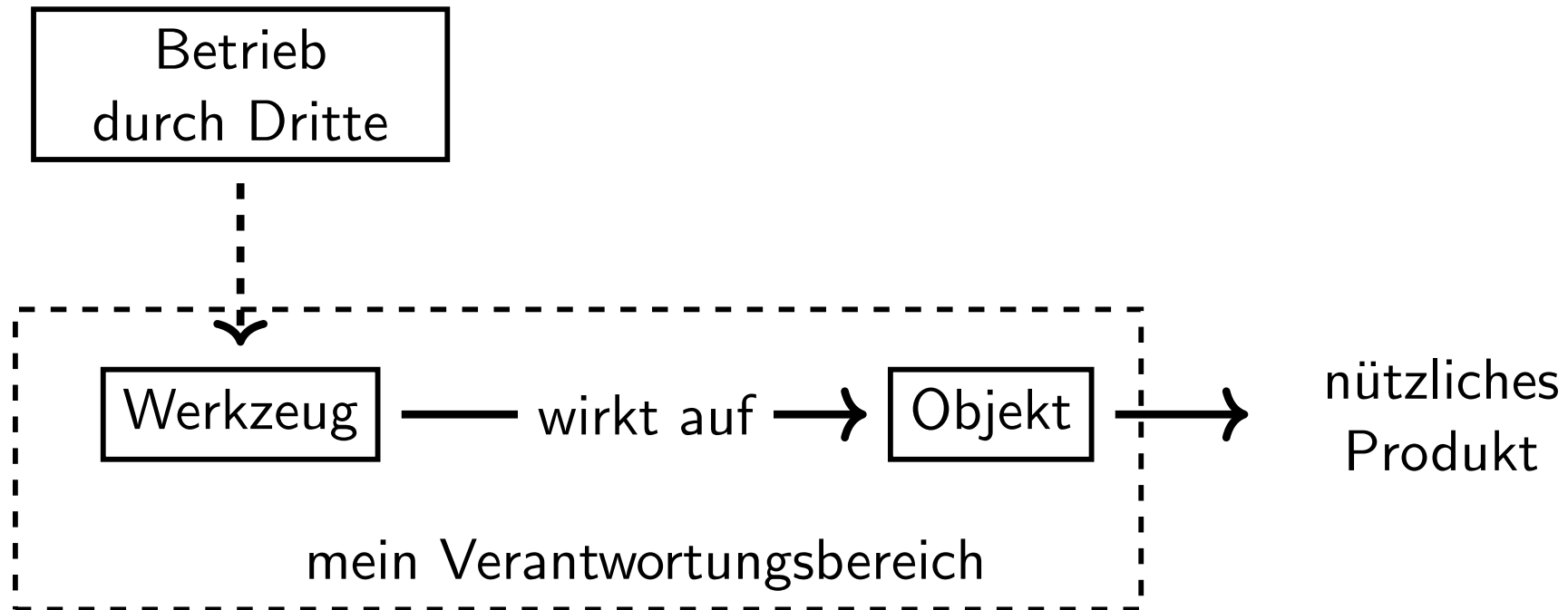
(Szyperski 2002)

- ▶ Komponenten sind wieder Systeme.
- ▶ Die können selbst entwickelt oder von Dritten erworben sein.
- ▶ Man muss nicht die ganze Komponente erwerben, es reicht aus, den *Dienst* zu nutzen.

So ist es auch in vielen Fällen: Eine Komponente ist im System mit ihrer PNF über deren Spezifikation als Black Box verfügbar, der Betrieb der Komponente (Bereitstellung der Funktion) erfolgt durch Dritte, aus *deren* Verantwortungsbereich heraus, die Funktion wirkt auf „meinen“ Objekte in *meinem* Verantwortungsbereich.

- ▶ Damit die Unterscheidung nach Szyperski: Komponenten kapseln Funktionalität, Objekte kapseln Systemzustände.

Das minimale technische System in der TRIZ



Gestricherter Rahmen = das minimale technische Modell

Gestricherter Pfeil = wird bei Szyperski, nicht aber in der TRIZ thematisiert

Komponenten und Umwelt

Komponenten (insbesondere solche, die durch Dritte betrieben werden) sind damit Pointer an andere Stellen in der *Welt technischer Systeme* und stellen somit nur eine andere Form der „Beziehung eines Systems zur Umwelt“ dar.

Es entsteht die Frage, ob die Aspekte (1) und (3) in der Liste der „Reduktionen auf Wesentliches“ unter diesem Ansatz vereinigt werden können.

Andererseits entsteht die Frage, wie der Objektbegriff in die Gesamtlogik einzubauen ist.

Beide Fragen lassen wir an dieser Stelle erst einmal offen.

Modellierung von Systemen

Zwei Fragestellungen:

- (1) Neues System bauen
- (2) Bestehendes System umbauen

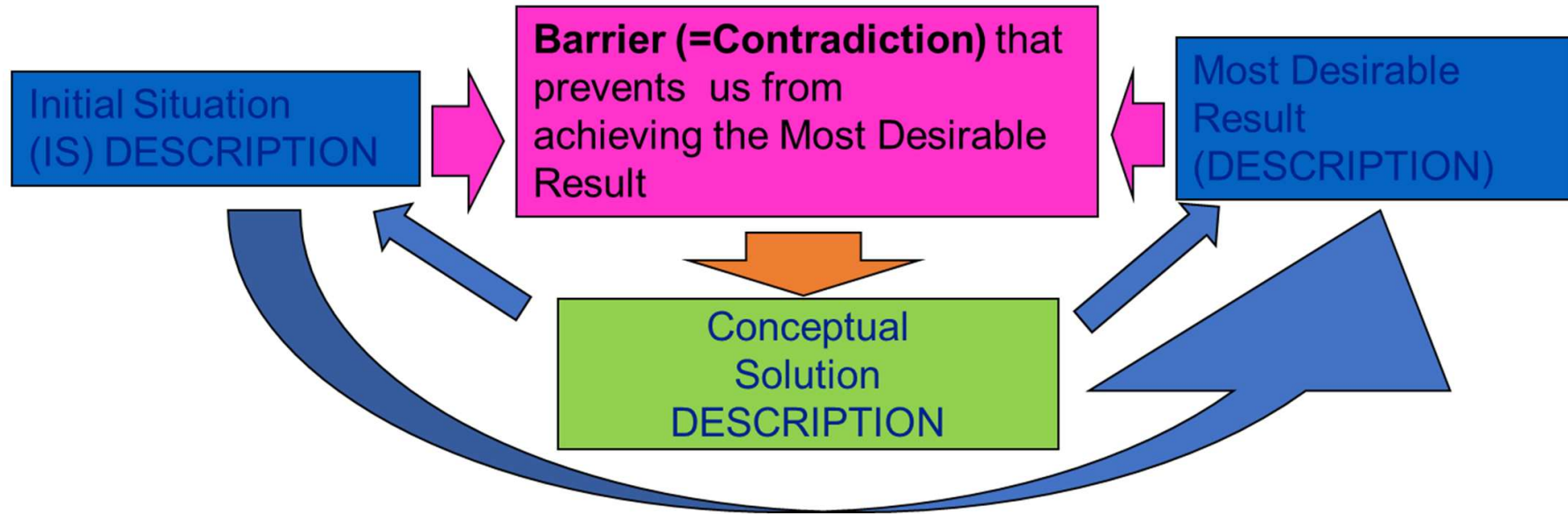
(1) kann als Spezialfall von (2) aufgefasst werden, da jeder Bedarf nach einem neuen System mit wenigstens *groben Vorstellungen* über jenes neue System kommt, also auch unter (1) eine wenigstens *grobe Beschreibungsform* des zu schaffenden Systems existiert.

Modellierung von Systemen



Dieses grundlegende Schema passt nicht nur auf technische Systeme, sondern auch auf die Modellierung sozialer, sozio-ökologischer und kultureller Systeme, ist also hinreichend universell.

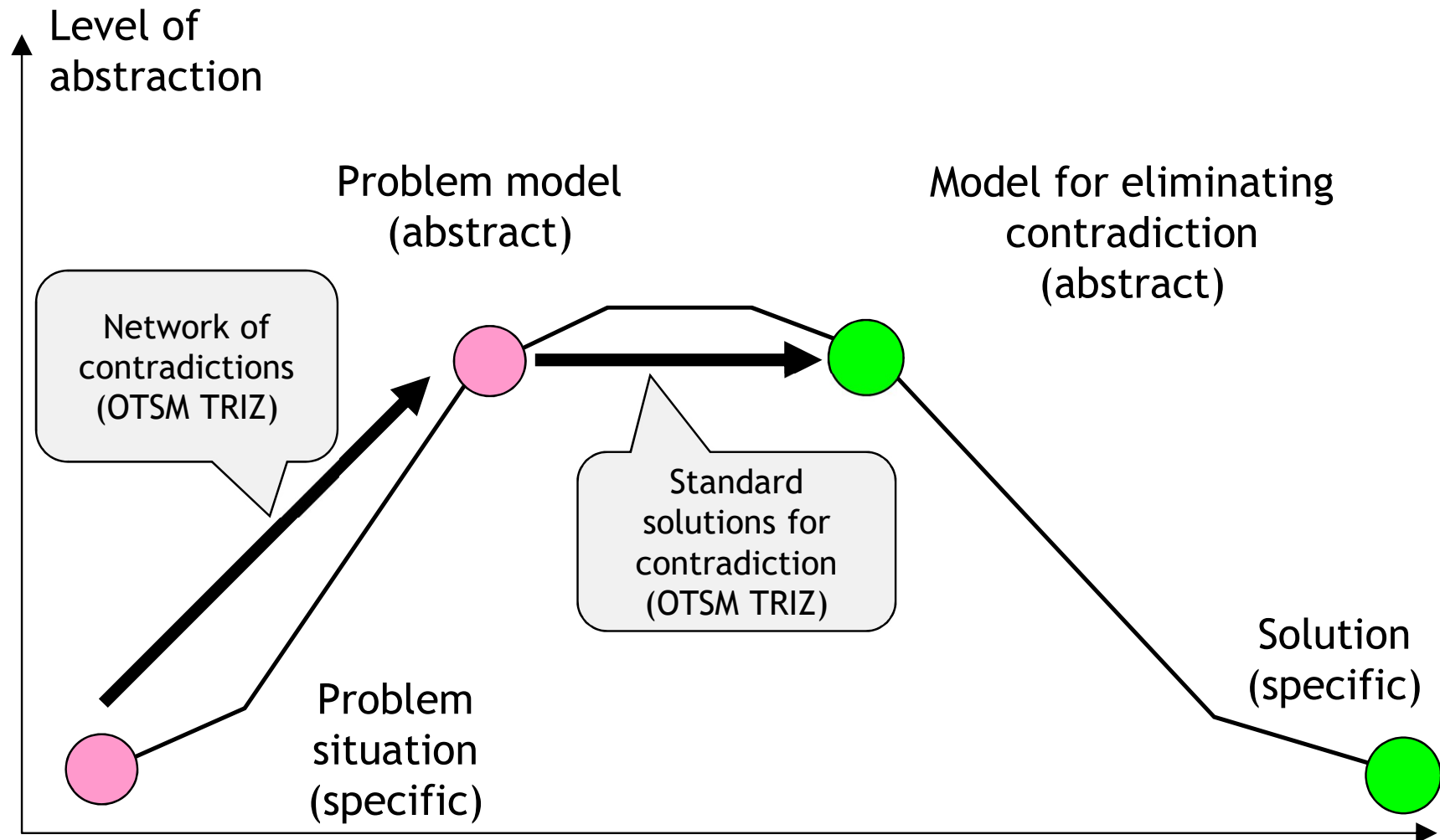
The “Tongs” MODEL



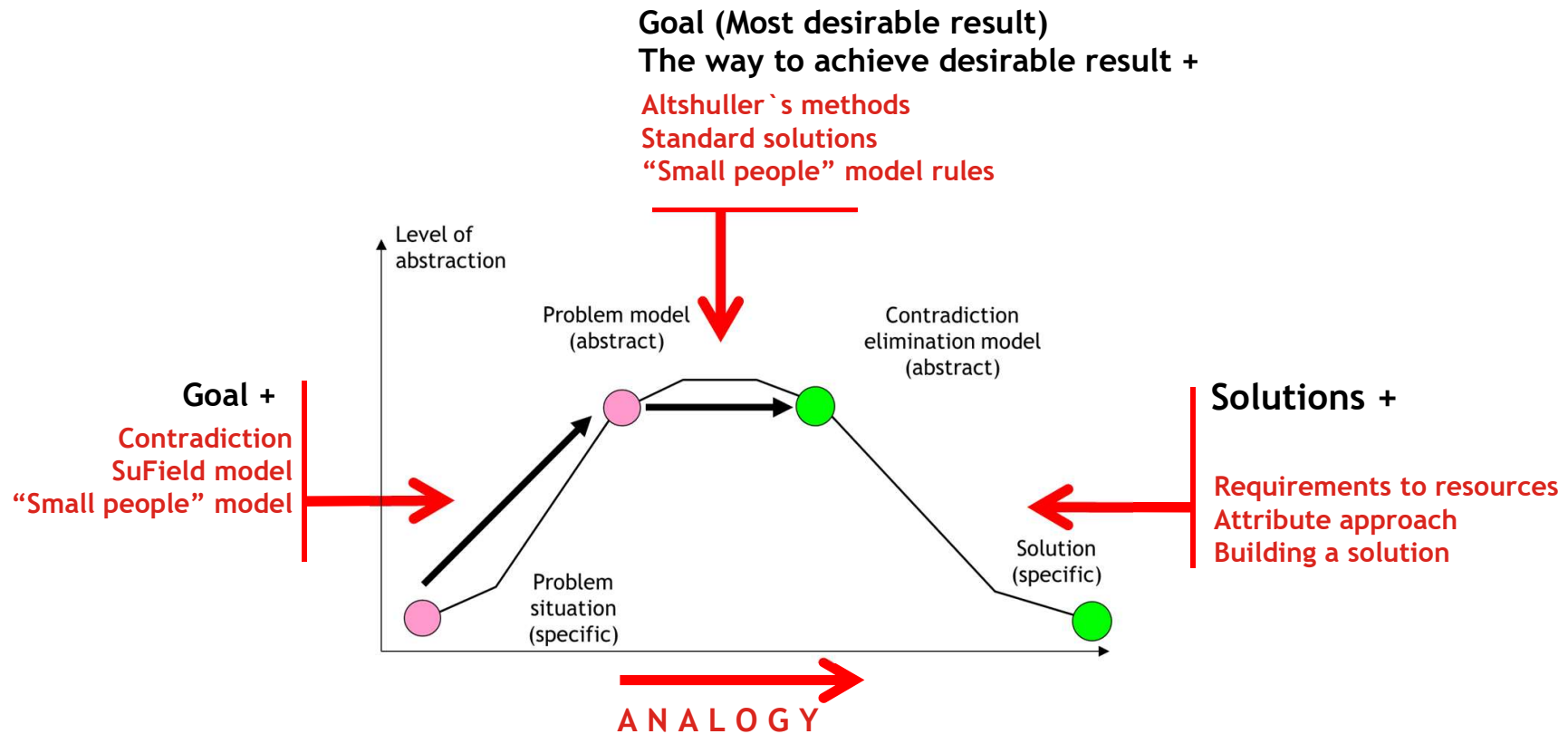
A specific barrier we should overcome is the root of a specific problem.
The root of the barrier is a hidden CONTRADICTION.

What is the root of a contradiction?

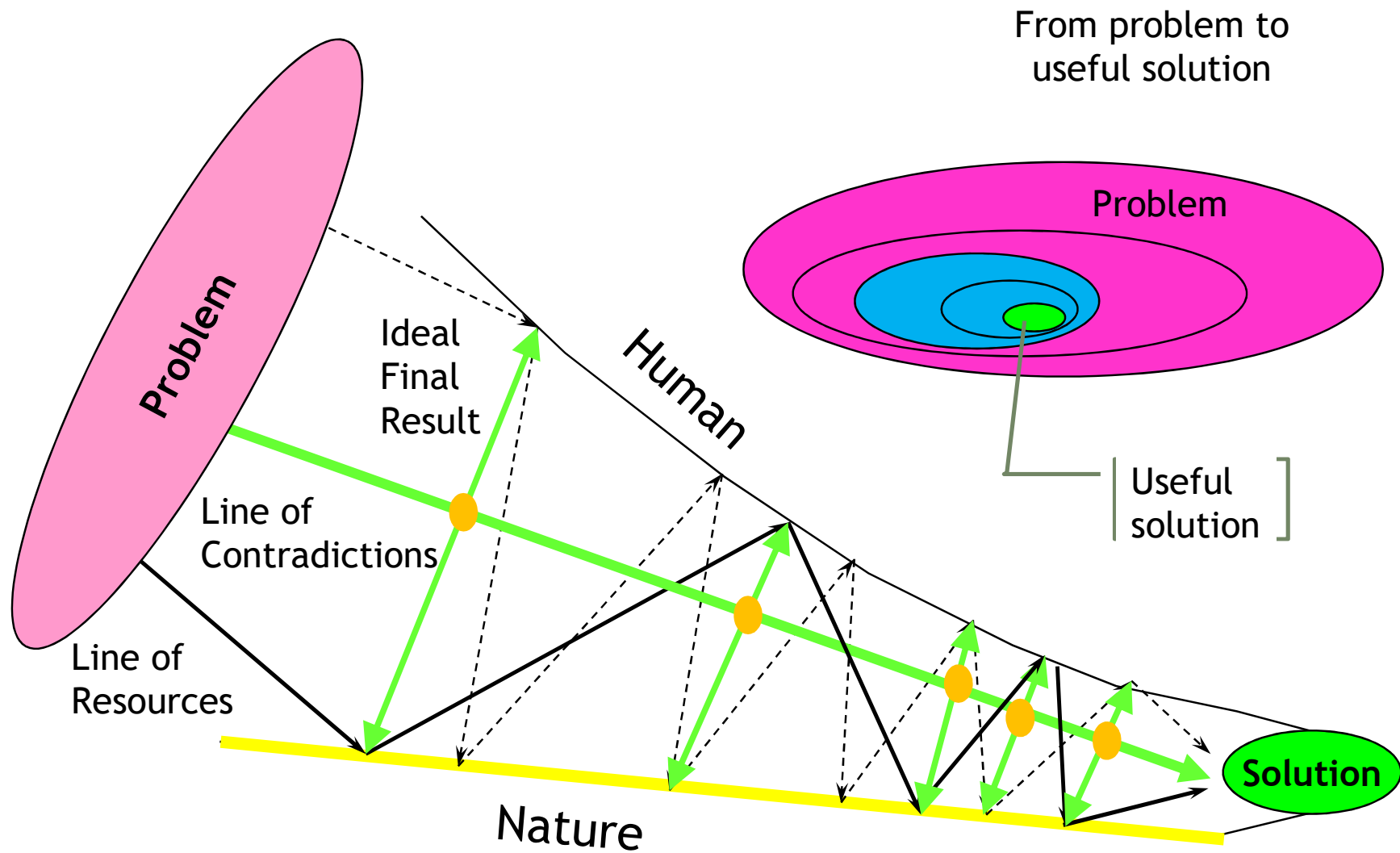
The «Hill» MODEL



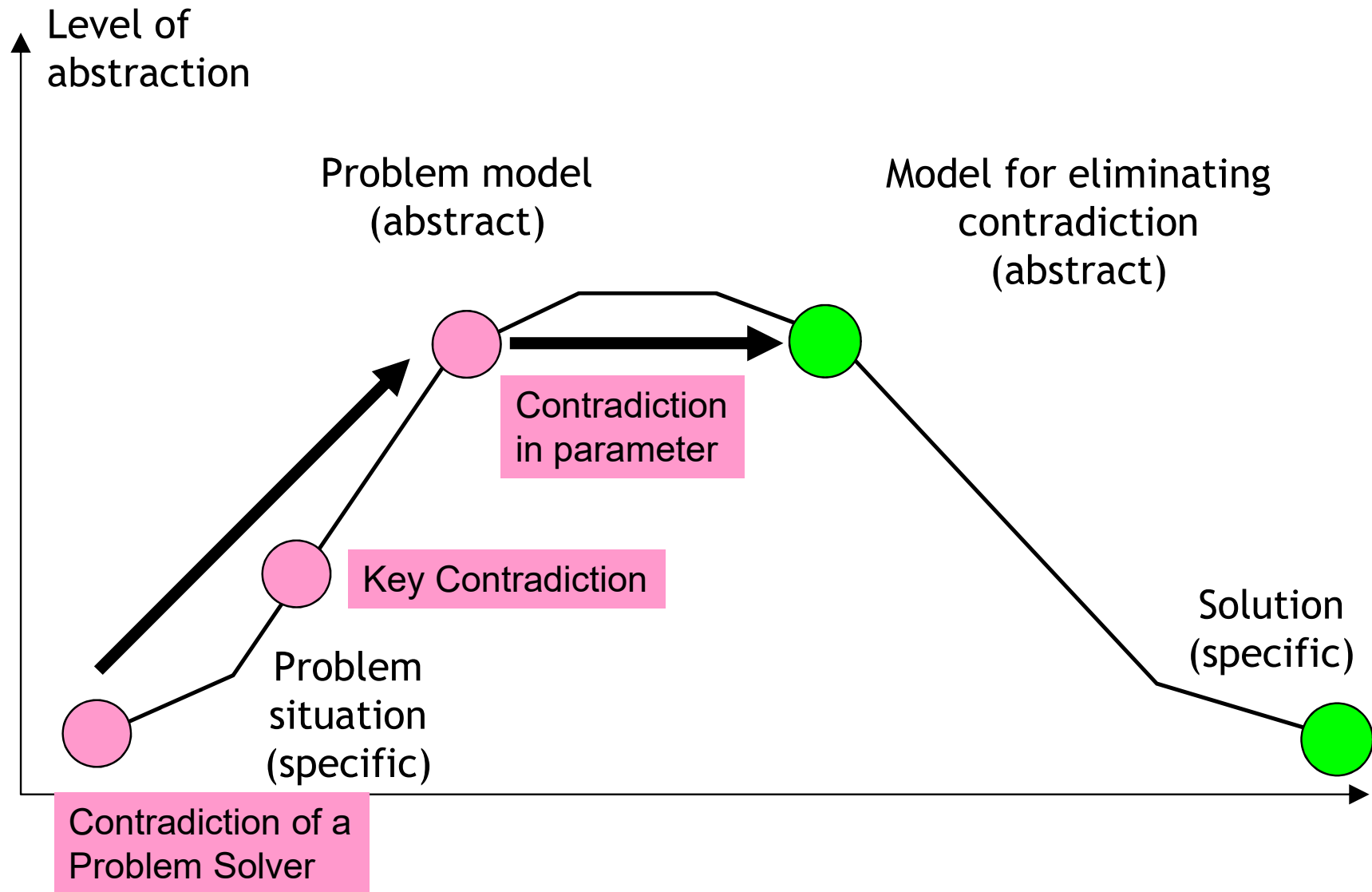
The «Hill» model. Shpakovsky's interpretation



The “Funnel” MODEL



The “Contradiction” technology



THE AXIOMS OF WORLD VISION

***Axiom of Unity.** The world is a whole and unique system that evolves in accordance with objective laws of all the sub-systems.*

***Axiom of Disunity.** The world is a set of different systems, each of them evolving in accordance with its specific laws.*

***Axiom of Connectedness Unity and Disunity.** The way the law is manifested in a specific situation is defined by its resources.*

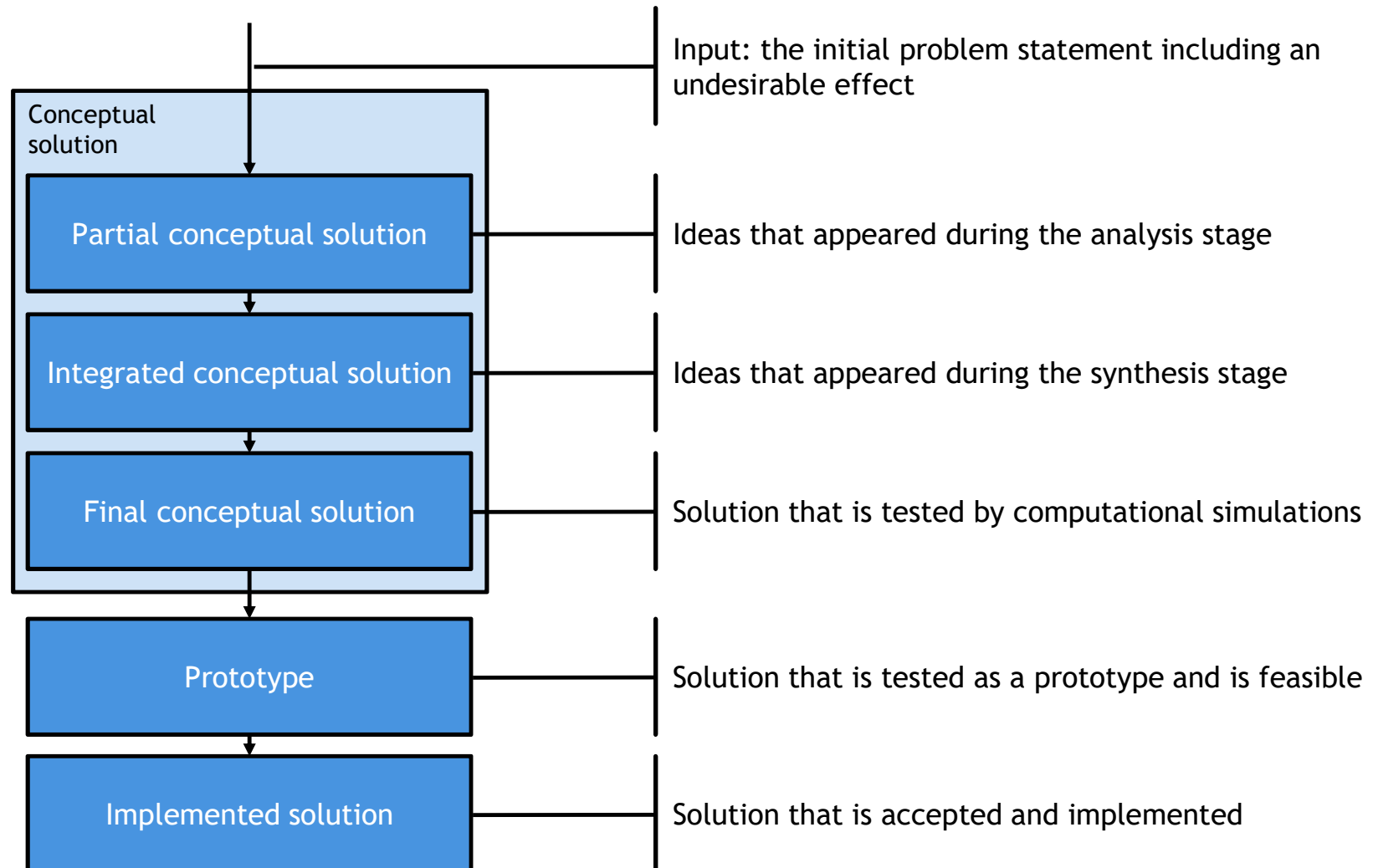
Consequences:

Unity and diversity of the world are governed by the resources used by different systems. Any resource is subject to both general laws and specific laws defined by their specific properties.

General objective laws are manifested differently in specific situations. This difference depends on the nature of the interplay between the law and the specificity of the situation.

N. Khomenko, R. De Guio. 2010. OTSM System of Axioms

The technology “Line of Solutions”



TRIZ und ARIZ

TRIZ ist nicht nur eine Theorie, sondern schlägt als anzuwendende Methodik ein genaues algorithmisches Vorgehen vor.

Von diesem Algorithmus ARIZ (Algorithmus zur Lösung erfinderischer Probleme) gibt es mehrere Varianten, die „offizielle“ ist ARIZ-85C, die auf eine Version von Altschuller aus dem Jahr 1985 zurückgeht. Andere (D. Zobel) sehen wenig Fortschritt gegenüber ARIZ-77 und empfehlen diesen etwas einfacheren Zugang.

Wir orientieren uns an AIPS-2015 (Algorithmus zur Korrektur von Problemsituationen), einer Version in der Tradition des OTSM-TRIZ, die auch im Minsker TRIZ-Trainer zum Einsatz kommt.

TRIZ-Trainer – die erste Phase des Lösungsprozesses

Die erste Phase des Lösungsprozesses liefert ein genaues Modell des „Systems, wie es ist“, das zur Lösung der Problematik transformiert werden muss. Sie besteht aus drei Schritten

- (A) Kontextualisierung der Aufgabenstellung. Das System als Black Box.
- (B) Analyse und Modellierung von Aufbau- und Ablauforganisation des „Systems, wie es ist“ – der „Maschine“ in der Terminologie des TRIZ-Trainers
- (C) Identifizierung und Lokalisierung des zentralen Widerspruchs, Bestimmung der operativen Zone und der operativen Zeit, wo und wann der Widerspruch auftritt, sowie Aufstellen möglicher Konflikthypothesen.

Aus diesen Hypothesen wird eine Aufgabe formuliert, die in der zweiten Etappe genauer analysiert werden soll.

TRIZ-Trainer – die erste Phase des Lösungsprozesses

Erster Abschnitt „Präzisierung der Umstände“:

1. Identifiziere das zu untersuchende System als Black Box und gib ihm einen „sprechenden Namen“, aus dem sich die Semantik des Systems bereits grob erschließt – was ist das „nützliches Produkt“?
2. Identifiziere die *primär nützliche Funktion* (PNF) des Systems. Untersuche dazu ggf., welchem *Zweck* das System im Obersystem dient und bestimme ggf. den für den Betrieb des Systems erforderlichen Durchsatz (Leistung des Obersystems für das Funktionieren des Systems).
3. Formuliere das bestehende Problem, welches dem spezifikationskonformen Verhalten des Systems im Wege steht – den „unerwünschten Effekt“.

TRIZ-Trainer – die erste Phase des Lösungsprozesses

Zweiter Abschnitt „Systemkonflikt“:

4. Bestimme die Bestandteile der Maschine (deren Aufbauorganisation) sowie deren Arbeitsweise (deren Ablauforganisation). Oft reicht es aus, den Schwerpunkt auf eine der beiden Fragen zu legen.

Folge dabei dem allgemeinen Aufbaumuster „Energiequelle, Antrieb, Transmission, Werkzeug, Aktion, bearbeitetes Objekt, nützliches Produkt plus Steuerung“.

Hierbei ist es wichtig, die primär nützliche Funktion (PNF) des Systems zu beschreiben, auch wenn das Problem durch eine Nebenfunktion ausgelöst wird, da sich um die PNF herum die im System genutzten Ressourcen gruppieren.

TRIZ-Trainer – die erste Phase des Lösungsprozesses

5. Diese PNF steht in gewissem Verhältnis zur „Wirkung, die nicht ohne Probleme abgeschlossen werden kann“.

Diese Wirkung sowie ihr Verhältnis zur PNF sind nun genauer zu bestimmen als Kern des zu lösenden Konflikts.

Bei dieser Analyse sind insbesondere Ort und Zeit des Konflikts genauer einzugrenzen, um mögliche spätere Separationen nach Ort oder Zeit als grundlegende Lösungsmethoden vorzubereiten.

TRIZ-Trainer – die erste Phase des Lösungsprozesses

Dritter Abschnitt „Aufstellen einer Hypothese“:

- ▶ Durch genauere Analyse der „Konfliktursachen“ werden eine oder mehrere Hypothesen allgemeinen Charakters aufgestellt, welche Maßnahmen im Sinne eines *idealen Endresultats* das Problem lösen würden.

Einer dieser Ansätze wird als „Aufgabe“ für die zweiten Phase des Lösungsprozesses genauer formuliert, um diese dann mit passenden TRIZ-Werkzeugen zu bearbeiten.

Das Ideale Endresultat

Das **Ideale Endresultat** (IER) beschreibt das „System, wie es sein soll“ als *Ziel* der Transformation, ohne sich zunächst darum zu scheren, ob das formulierte Resultat praktisch realisiert werden kann. Im weiteren Lösungsprozess werden die Hindernisse identifiziert, die auf dem Weg zum IER zu überwinden sind, und auf Basis der TRIZ-Methodik Strategien entwickelt, wie diese Hindernisse praktisch überwunden werden können.

Das IER ist einer der Grundbegriffe der TRIZ. Das IER ist eine Orientierungsgröße im Sinne einer „konkreten Utopie“, die wesentlich den Zielkorridor bestimmt, auf den sich der weitere Lösungsprozess in der zweiten Phase konzentriert.