

IFAT 2018, Fachforum Kommunal 4.0
17.Mai 2018

Systemische Risiken der Digitalisierung und wie man ihnen begegnet

Prof. Dr. Robert Holländer

Institute of Infrastructure and Resources Management

Agenda

1. Systemische Risiken

– worum geht es ?

2. Systemische Grundlagen

3. Handlungsstrategien

1 Systemische Risiken

Worum geht es?

■ Anlass: Systemare Einengung

- Zunehmende Abhängigkeit von einer unterbrechungsfreien funktionierenden Stromversorgung („all electric“)
- Zunehmende Einengung der Kommunikationswege („over IP“)
 - Zunehmende Abhängigkeit vom Internet
- Zunehmende Vernetzung der Systeme
 - zunehmende Komplexität

Worum geht es ?

(vgl. Dörner 1993, WBGU 1998, BSI 2016)

1. Nachlässigkeiten

2. Fehler

„...Ergebnisse von Denkprozessen mit falschen Annahmen, falschen Schlussfolgerungen oder falschen Verknüpfungen, ggf. lange unentdeckt (latente Fehler) mit unerwarteten Folgen aufgrund hoher Komplexität und weitreichender Vernetzung....“ (WBGU 1998)

3. Monokausales lineares Denken,

„...kognitive Fallen, reduzierte Auswahl und Überprüfung von Hypothesen, frühzeitige Generalisierungen.....“ (WBGU 1998)

4. Graduelle Veränderungen, Fluktuationen, Schocks

von Randbedingungen, Systemnutzungen, Teilkomponenten...

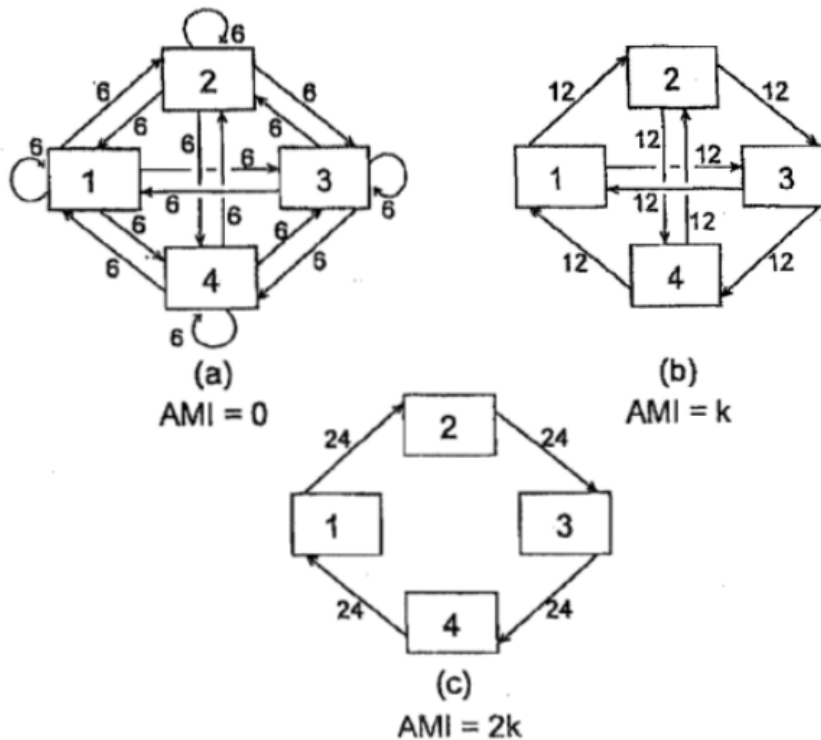
Worum geht es hier nicht: Internet-Kriminalität und Sabotage

2 Systemtheoretische Grundlagen

Organisation/ Ordnung und vs. Unordnung/Reserven Ökologische Netzwerktheorie

II.7.1 ASCENDANCY: A MEASURE OF ECOSYSTEM PERFORMANCE

In the absence of major perturbations, ecosystems exhibit a propensity towards configurations of ever-greater network ascendancy.



Organisation und Overhead

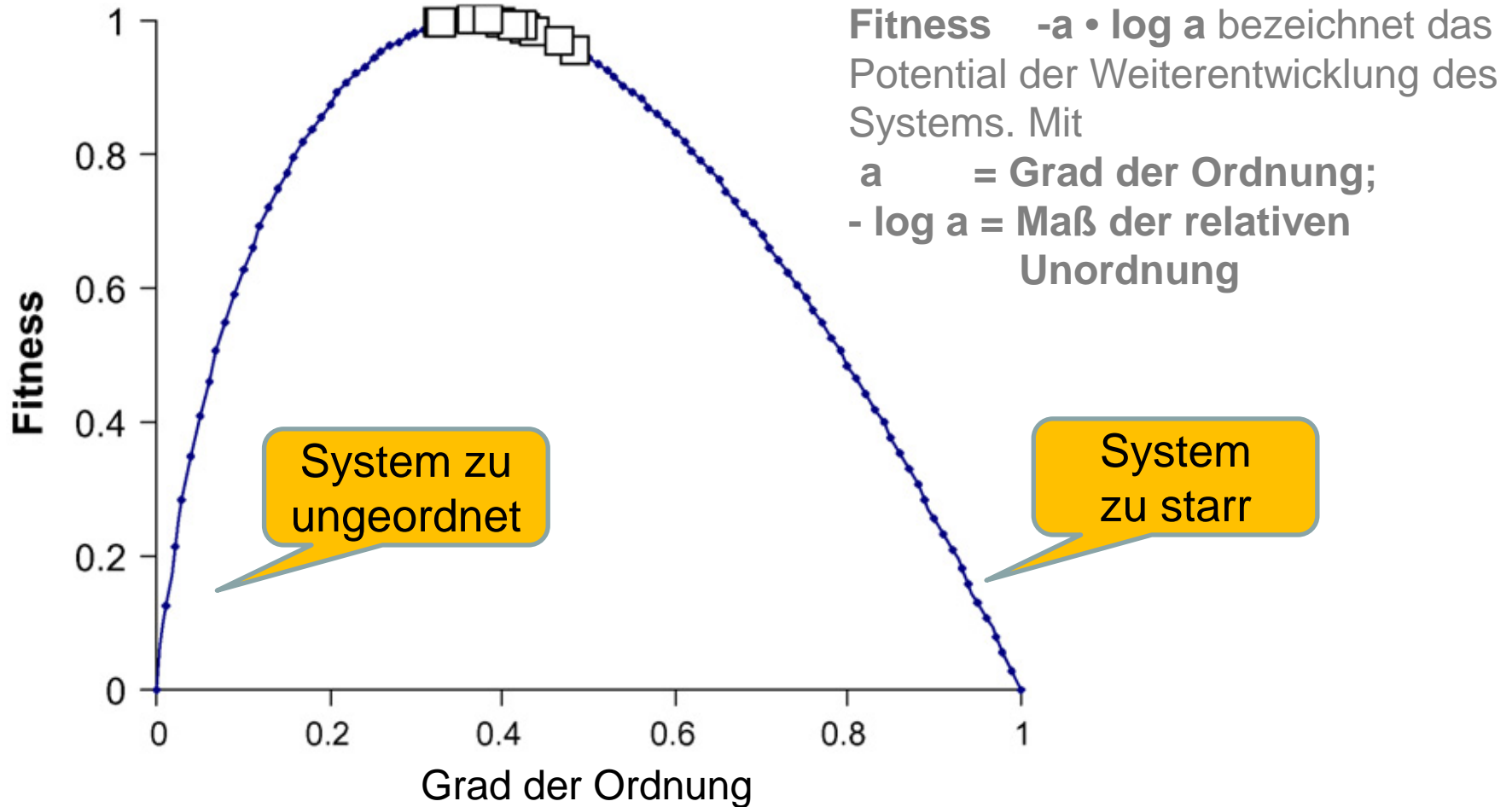
Vergleiche:

- Robert Ulanowicz, 2000, Ascendancy, a measure of ecosystem performance; pp 301-315, in Jörgensen et al, Handbook of Ecosystem Theories and Management, auch:
- ders. 2000, Episteme, Porto Allegre, No 11, 137-152, auch:
- ders. 2000. Quantifying constraints upon trophic and migratory transfers in landscapes, 113-142 in: Sanderson et al., Landscape ecology

Figure 6: The increase in mutual information as flows become progressively constrained.

Organisation / Ordnung vs. Unordnung / Reserven

Balance von Organisation und Unordnung



Exploit and Explore



Ambidextrie



Resilienz stärken

- **Ingenieur Resilienz:**

- Rückkehr des Systems in den Ausgangszustand nach externen oder internen Schocks (→ Robustheit, Fehlerfreundlichkeit)

- **(Öko)System Resilienz:**

- Aufrechterhaltung wesentlicher Systemfunktionen nach Schocks
- Das System kann Veränderungen erfahren (Anpassungen)

- **Resistenz:** gegen plötzliche vorhersehbare Ereignisse;
- **Anpassungsfähigkeit:** an langsame vorhersehbare Entwicklungen;
- **Innovationskapazität:** bei langsamen unerwarteten Entwicklungen;
- **Improvisationskapazität:** bei plötzlichen unerwarteten Ereignissen;

3 Handlungsstrategien

Resilienz - Strategien

■ Resilienz

- bedeutet Verzicht auf Effizienz-Potential
- **Resistenz** entwickeln: Vorsorge vor plötzlichen vorhersehbaren Ereignissen;
- **Anpassungsfähigkeit und Innovationskapazität** entwickeln und erhalten zur Reaktion an langsame Entwicklungen;
- **Improvisationskapazität für die „unknown unknowns“**

Resilienz – Strategien 1

- **Resistenz durch Redundanz**
- **(n+1) Regel bzw. (n-1) Regel**
 - Sind für eine Aufgabe n Objekte zuständig oder verfügbar, so muss nach der (n+1)-Regel **ein zusätzliches Objekt** bereit stehen, dass beim Ausfall eines Objekts den Betrieb oder die Funktionstüchtigkeit sicher stellt.
 - Wasserbau, Elektrizitätstransportnetze,

Resilienz – Strategien 2

- **Resistenz durch Diversität**
- **§ 4 Nr. 3 Störfallverordnung**
 - Der Betreiber hat zur Erfüllung der sich aus § 3 Absatz 1 ergebenden Pflicht insbesondere.....
 - die Anlagen des Betriebsbereichs mit **zuverlässigen Messeinrichtungen und Steuer- oder Regeleinrichtungen** auszustatten, die, soweit dies sicherheitstechnisch geboten ist, jeweils **mehrfach vorhanden, verschiedenartig und voneinander unabhängig** sind,...

Resilienz – Strategien 3

- **Resistenz durch Modularität**
- **Modularität = Zusammenwirken lose gekoppelter Module**
 - Herausforderung:
 - Kopplung zu eng: nicht Resilienz erhöhend !
 - Kopplung zu locker: kein Zusammenwirken !

→ Elemente von Dezentralität

Resilienz – Strategien 1 + 2 + 3

▪ Was bedeuten Redundanz, Diversität und Modularität in der Wasserwirtschaft ? → Hardware

- Nicht eine Quelle, sondern mehrere (Grundwasser, Fernwasser, Oberflächenwasser....);
- Nicht eine einzige Energieversorgung, sondern mehrere (Hauptstromversorgung, Notstrom, Stromspeicher.....);
- Nicht einen einzigen Kommunikationsweg, sondern mehrere unterschiedliche...;
- Nicht eine einzige Möglichkeit der Anlagensteuerung....;
- Nicht ein unteilbares Netz, sondern die Möglichkeit auch Teile zu betreiben !

Herausforderung 1: angemessenes Ausmaß bestimmen!

Herausforderung 2: „common cause failures“ beachten!

(z.B. wenn Diversität und Modularität von identischen Parametern abhängen)

Resilienz - Strategie 4

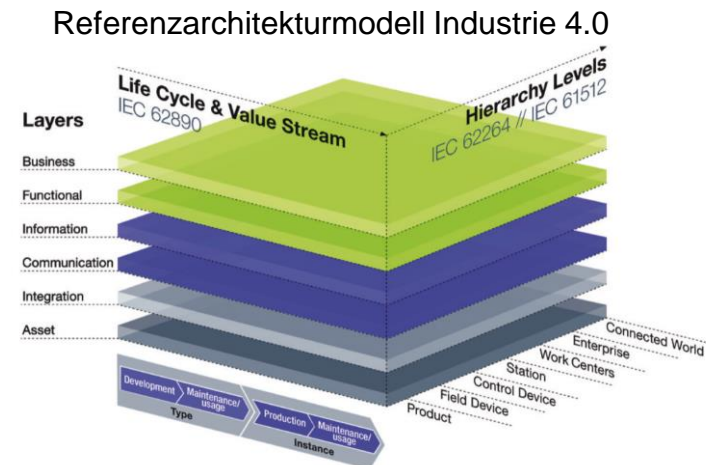
- **Anpassungsfähigkeit und Innovationskapazität entwickeln und erhalten** (transformative Resilienz)

→ In der Wasserwirtschaft

- Strategische Kompetenz vorhalten oder hinzuziehen
- Technische Kompetenz vorhalten (oder hinzuziehen)

Herausforderung: unterschiedliche Zeitskalen/Lebenszyklen:

- **T** Wasser-/ Abwassernetze \gg **T** Aggregate und Maschinen
- **T** Aggregate und Maschinen \gg **T** Elektronische Bauteile
- **T** Elektronische Bauteile \gg **T** Programme und Steuerungen



Resilienz – Strategie 5

- **Improvisationskapazität**
(transformative Resilienz)

→ **in der Wasserwirtschaft**

- Mitarbeiter: qualifiziert, engagiert
- Periodische Prüfungen
 - mit Vor-Sicht
 - Änderungen von Verkopplungen und Randbedingungen
 - mögliche Rückwirkungen
- Modellierungen

Fazit

- **Positive Wirkung der Digitalisierung aber Nebeneffekte**
 - Komplexität und systemare Einengung
- **Maßnahmen zur Resilienz-Erhöhung erforderlich**
 - Strategie 1: Redundanz
 - Strategie 2: Diversität
 - Strategie 3: Modularität
 - Strategie 4: Anpassungsfähigkeit und Innovationskapazität
 - Strategie 5: Improvisationskapazität
- **Herausforderung**

Örtlich notwendigen und möglichen Umfang der Resilienz-Erhöhung bestimmen !

Imprint

Prof. Dr. Robert Holländer

hollaender@wifa.uni-leipzig.de

**IIRM - Institute for Infrastructure und Resources
Management**

**Chair for Environmental Technology and Environmental
Management, Leipzig**

Literatur

- **BSI**- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2016): Industrial Control System Security -Top 10 Bedrohungen und Gegenmaßnahmen 2016.
- **Dörner, D.**(1993): Denken und Handeln in Unbestimmtheit und Komplexität. Gaia 2 (3), 128-138.
- **Gleich, A. v., und Gößling-Reisemann, S.** (2014): Natur als Vorbild. Ökologisches Wirtschaften 29(3), 16-17.
- **Kupers, R. and Song, Hsi** (2016): A Resilience Framework for Smart Cities Working Paper · November 2016 DOI: 10.13140/RG.2.2.10084.78729.
- **Ulanowicz, R.** (2000): Ascendancy, a measure of ecosystem performance; pp 301-315, in Jörgensen et al, Handbook of Ecosystem Theories and Management.
- **Ulanowicz, R.** (2000): Episteme, Porto Allegre, No 11, 137-152.
- **Ulanowicz, R.** (2000): Quantifying constraints upon trophic and migratory transfers in landscapes, 113-142 in: Sanderson et al., Landscape ecology.
- **Ulanowicz, R.** (2009): The dual nature of ecosystem dynamics in: Ecological Modelling 220 pp 1886–1892.
- **Ulanowicz, R.** (2016): Process Ecology - Philosophy Passes into Praxis, Process Studies 45.2, 72-95.
- **WBGU** – Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen (1998): Welt im Wandel – Strategien zur Bewältigung globaler Umweltrisiken, Springer Verlag.
- **ZVEI** - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (2015): Industrie 4.0: Das Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0).