

Conny Kelber/ Matthias Horx

Integrierte systemische Prognostik

Eine Einführung in die **Ganzheitliche Zukunftsforschung** durch die Kombination von:

- System- und Komplexitäts-Theorie
- Probabilitäts-Theorie
- Spieltheorie
- Evolutionstheorie
- Kognitionspsychologie
- Verhaltens-Ökonomie/Sozio-Ökonomie
- Entscheidungstheorie (Choice Theory)
- Semiotische Kulturwissenschaft/ Memetik

Einleitung: Zukunftsforschung - eine Zwischenbilanz

Während die Trendforschung zur Beschreibung von Gegenwarts-Veränderungen in allen Bereichen der Gesellschaft dient (oder dienen soll), hat sich die Zukunftsforschung in den letzten Jahrzehnten immer wieder unklarer und wechselnder Systematiken bedient. Diese waren teils rein narrative, der „Science Fiction“ oder Zukunfts-Literatur nahestehende Darstellungen, teils rein auf Gefahrenanalyse zielende „Warnmodelle“ im Stil ökologischer oder politisch-technischer Alarme.

Eine erste systematische Zukunfts-Wissenschaft entwickelte sich in der Nachkriegszeit, als in den USA rund um Militär-Think-Tanks wie die RAND Corporation die Spieltheorie genutzt wurde. Hier ging es um die Frage möglicher Verläufe militärischer Auseinandersetzungen, aber auch politischer Fundamentalentwicklungen innerhalb der Block-Konfrontation. Auch „technologische Folgekostenabschätzung“ wurde schon damals betrieben, allerdings im Rahmen eines eher linear-spekulativen Technikmodells („Was passiert, wenn wir alle auf dem Mond leben?“).

Obwohl Versuche einer systematischen Zukunftsforschung in vielen Institutionen angelegt oder „behauptet“ wurden, lassen sich nur wenige kohärente theoretische Ansätze ausmachen. Die meisten „Techniken“ beziehen sich auf „Meinungsbildungen“ (wie etwa die Delphi-Methode) oder bleiben im Ungefähren (wie die „Kontext-Analyse“) . Einzig die Szenario-Methode hat sich im Anwendungsbereich (Politik/Wirtschaft) als häufig genutztes Element durchgesetzt.

Die Aufspaltung der Wissenschaften

Aus der Philosophie als „Mutter aller Wissenschaften“ entstand in einem langen Differenzierungsprozess das abendländische Wissenschaftsmodell, mit seinen Trennungen zwischen empirisch und formal begründeten Natur- und Sozialwissenschaften.



Abb. 1: Entwicklung der Wissenschaften.

Quelle Grafik: Matthias Horx

Dieses Modell basiert letztlich auf Trennungen, die auf die Mechanik einer Newtonschen Wissenschaftsauffassung zurückgehen, nach der alle Systeme auf wenige grundlegende Funktions-Formeln zurückführbar sind. Die wissenschaftliche Spezialisierung und der damit gekoppelte Reduktionismus erzeugen zunehmend fehlerhafte Erkenntnisse durch eine Engführung der Erkenntnisvariablen. Die Gen-Forschung hat zum Beispiel lange vernachlässigt, ihre Theoreme und Modelle in einem „Kontext des Lebendigen“ zu überprüfen – und ist deshalb zu falschen Systembildungen gekommen (Organismen sind nicht wirklich „programmierte Entitäten“, sondern existieren immer auch und durch die Umwelt). Grundlegende systemische Kräfte wie Emergenz, Autopoiese, Wechselwirkungen oder Rückkopplungen, lassen sich mit dem Newtonschen Wissenschafts-Modell kaum abbilden. Die Gesellschaftswissenschaften hingegen orientieren sich bis heute immer noch allzu oft an überkommenen, mechanistischen Klassen-Modellen oder ideologischen Grundkonstruktionen.

Die „Einheit des Wissens“ (Edward Osborne Wilson, Insektenkundler, Evolutionsforscher und Soziobiologe aus dem altherwürdigen Harvard) mag eine Utopie bleiben, aber im Sinne einer systemischen „Wandlungs-Wissenschaft“ können wir ihr näherkommen. Denn der interessanteste kognitive Zuegewinn findet heute in den Zwischenräumen der traditionellen Disziplinen statt: Dort, wo Naturwissenschaften auf Geisteswissenschaften stoßen, wo sich frühere Separat-Wissenschaften zu neuen Synthesen zusammenfinden. Im Sinne der „Anschlusswissenschaft“ verweist jede bislang isolierte Disziplin auf eine andere: Wenn man anthropologische Fragestellungen lösen will, kommt man um die Evolutionsbiologie nicht herum. Wer Evolutionsbiologie besser verstehen will, braucht die Hirnforschung, die Genetik, die Kulturwissenschaften als Sparrings-Partner. Wer die Psychologie weiterentwickeln will, muss sich der Kognitions- und Verhaltenswissenschaft ebenso wie der Hirnforschung und Verhaltensökonomie zuwenden.

Systemische Zukunftswissenschaft könnte als eine Art Trainingslager für die Entwicklung komplexerer Kognitionsmodelle verstanden werden. Eine solche „Wissenschaft des Wandels“ erfüllt im Kern eine Verknüpfungsfunktion: Sie legitimiert sich als „Synthetisierung“ von Wissen unterschiedlicher Disziplinen im Sinne eines ausreichend komplexen Prozessmodells. Als solche wird sie schwerlich die Anerkennung der klassischen (spezialisierten) Wissenschafts-Disziplinen bekommen. Sie könnte aber so etwas wie ein eigenständiger „produktiver hermeneutischer Stachel“ sein, positiver ausgedrückt: Ein Erkenntnis-Katalysator für die Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens selbst.



Abb. 2: Integrierte Prognostik.

Quelle Grafik: Matthias Horx

Dritte Kultur und Integrativer Pluralismus

Die Wissenschaftstheoretikerin Sandra Mitchell vertritt in ihrem Buch „Komplexitäten – warum wir erst anfangen, die Welt zu verstehen“ die These, dass die Wissenschaften sich heute an einem Scheideweg befinden, weil ihre innere Struktur die wahre Komplexität der Welt nicht angemessen abbilden kann. Dies trifft umso mehr zu, als wir es in einer globalen Welt zunehmend mit Vernetzungsphänomenen zu tun haben, für die klassische ökonomische, soziale oder politische Modelle keine ausreichende Grundlage mehr bilden.

„Unsere Welt ist in ständigem Wandel begriffen, und deshalb muss sich auch unser Wissen wandeln. Das vordergründige Verlangen nach einem statischen, allgemein-gültigen Wissensschatz, der keine Ausnahmen kennt, ist eine falsche Vorstellung. (...) Der integrative Pluralismus beinhaltet die Vielfalt der Natur, die dynamische Stabilität und Instabilität der Kausalprozesse und eine nicht zu beseitigende tiefgreifende Unsicherheit.“¹

Ihre Zentralperspektive – die Zukunft – nutzt die integrierte Zukunftsforschung als reflexives Element, an dem sich die Erkenntnisse der verschiedenen Disziplinen neu ordnen und erzählbar machen lassen. Im (traditionellen) wissenschaftlichen Raum bewegt sie sich wie Symbiont oder ein Virus, der die kognitiven Systeme der Wissenschaften „stört“ – und im Sinne vernetzter Erkenntnis umprogrammiert. Im gesellschaftlichen Raum verhält sie sich wie ein Narrator, der neue, durchaus auch überraschende Geschichten über die Welt, die Wirtschaft, und die Veränderung der Welt erzählen möchte. Um dieses Vorhaben zu verwirklichen, muss sich die „Futurologie“ allerdings von ihrer alten Linearität und Unterkomplexität verabschieden.

Konditionale und finite Prognostik, „Future Bias“

Jede Prognose unterliegt, indem sie ausgesprochen (und damit oft auch vertrieben und vermarktet) wird, bestimmten intentionalen Effekten. Da Menschen unfähig sind, non-intentional zu kommunizieren, dienen Prognosen immer Zwecken. Sie können dabei affirmative oder provokative Wirkungen haben. In einer entwickelten Kommunikations- und Mediengesellschaft ist der Diskurs der Prognosen (und der Diskurs über die Prognosen von Prognosen) deshalb zwangsläufig von Interessen einzelner Gruppen (Medien, Apokalyptiker, Interessenverbände, „Ängstlicher“, „Mutiger“ etc.) verzerrt. Prognostische Aussagen sind vielfältig und „marktgerecht“ zu haben; sie werden in einem medialen und kollektiven Wahrnehmungsprozess „ausgelesen“.

Dieser Ausleseprozess bringt einen ersten Verzerrungseffekt mit sich, dem sich der Prognostiker bewusst machen muss: Spektakuläre, extreme und narrativ „auffällige“ Prognosen werden von der menschlich-sozialen Wahrnehmung präferiert und als „wahr“ vorausgesetzt. Man könnte in Anlehnung an Luhmann behaupten: Gesellschaften sind nichts als die Summe ihrer (bewussten oder unbewussten) Prognosen. Von diesem Verzerrungs-Effekt ist auch der Prognostiker niemals frei, zumal wenn es sich bei seinen Aussagen um eine „öffentliche Dienstleistung“ handelt.

Für die wissenschaftliche Prognoseforschung müssen wir grundsätzlich feststellen, dass finite Prognosen, also Prognosen eines Endergebnisses oder eines Events, nur in den seltensten Fällen möglich sind. Wichtig ist es deshalb, die Prognostik zu konditionalisieren, das heisst die Bedingungen deutlich und klar zu machen, unter welchen prozessualen Voraussetzungen eine Prognose eintrifft. Beziehungsweise den Grad der Probabilität zu verdeutlichen, dem eine Aussage über die Zukunft unterliegt. Es geht also um eine Integration des „prognostischen Anspruchs“ in ein systemisches Vorgehen.

¹ Mitchell, Sandra: Komplexitäten. Warum wir erst anfangen, die Welt zu verstehen. Berlin 2008, S. 27.

Probabilitätstheorie

Zukunftsforschung in Auseinandersetzung mit dem Kritischen Rationalismus

Auf der Suche nach dem Platz der Prognostik im akademischen Forschungsbetrieb lohnt sich der Blick auf einen Klassiker unter den gesellschaftswissenschaftlichen Forschungsmodellen: Der Kritische Rationalismus nach Karl Popper. Dieses Modell hat unser aktuelles Verständnis von „Wissenschaftlichkeit“ im deutschsprachigen Raum maßgeblich geprägt. Die moralischen Ansprüche an seriöse Forschungsarbeit werden hier deutlich formuliert. Doch in der Auseinandersetzung mit diesem Modell zeigt sich, dass sowohl seine prinzipielle Ausrichtung („Was ist das Ziel des Forschungsprozesses?“) als auch seine grundsätzliche Methodik (Unzulässigkeit induktiver Logik zum Erkenntnisgewinn) mit der Zukunftsforschung inkompatibel sind. Am Wissenschaftlichkeitsbegriff des Kritischen Rationalismus muss die Zukunftsforschung notwendig scheitern. Das müssen aber fast alle anderen Wissenschaften auch, sofern sie induktiv arbeiten. (Ausgenommen sind vielleicht noch die Mathematik und die Theologie in streng deduktiver „Reinstform“).²

Umgekehrt könnte man sagen: Für die Zukunftsforschung taugt Kritischer Rationalismus höchstens zur Selbstreflektion, aber nicht als Methode. Die Grenzen zwischen den klassischen Gesellschaftswissenschaften und der Zukunftsforschung sind somit klar gezogen. Zudem werden die Voraussetzungen für akademische Eifersüchteleien deutlich: Allein dass Popper seine deduktiv gewonnen Hypothesen „Prognosen“ nennt, suggeriert einen allgemeinen Anspruch aller Wissenschaften darauf, Aussagen über die Zukunft machen zu können oder zumindest die Absicht, sie machen zu wollen. Die Zukunftsforschung fordert diese Deutungshoheit schon durch ihren Namen heraus.

Zudem impliziert der Name „Zukunftsforschung“ die Fähigkeit, diese Aussagen überhaupt machen zu können, was nach den Regeln des Kritischen Rationalismus nicht zulässig ist. Ohne induktive Logik, die vom Besonderen auf das Allgemeine schlußfolgert, sind prinzipiell keine Aussagen über die Zukunft möglich.

Im Wissenschaftsmodell des Kritischen Rationalismus werden Hypothesen durch Deduktion gewonnen. Aus dem Allsatz „Alle Säugetiere haben ein Herz“ als 1. Prämisse und dem Satz „Alle Katzen sind Säugetiere“ als 2. Prämisse ließe sich als Konklusion die Prognose aufstellen, dass die nächste Katze, der ich begegnen werde, ein Herz haben wird.³

Nach den Forderungen des Kritischen Rationalismus würde die Prognose „Die nächste Katze, der ich begegnen werde, wird ein Herz haben“ aber aus der Absicht heraus aufgestellt, eine Prämisse, also z.B. den Allsatz „Alle Säugetiere haben ein Herz“, nicht beweisen, sondern widerlegen zu wollen. Mit Blick nicht nur auf die Praxis der Zukunftsforschung, sondern auch mit Blick auf die Praxis in der gesamten akademischen Welt, erscheint das aber unplausibel. In Wirklichkeit stellen Forscher Hypothesen auf, um sie zu bestätigen, nicht um sie zu widerlegen. Falsifizierung als einziges Ziel des Forschungsprozesses ist also zu hoch gegriffen, er ist schlicht moralisch „zu viel verlangt“.

Doch den Anspruch auf grundsätzliche Falsifizierbarkeit von Prognosen kann sich eine seriöse Zukunftsforschung durchaus zu Herzen nehmen. Als logische Aussageformen von Prognosen wären damit „Es gibt“- Allsätze („Es gibt Außerirdische“) tabu, ebenso wie Tautologien („Wenn der Hahn kräht

auf dem Mist, ändert sich das Wetter oder bleibt, wie es ist“). Beide Aussageformen können nicht widerlegt werden.

Das kritisch-rationalistische Forschungsmodell taugt also für die Zukunftsforschung als Inspiration für die konstruktive Selbstkritik. Als Grundlage für eine praktische Zukunftsforschung sind jedoch deduktiv-rationalistische Wissenschaftsmodelle untauglich, schon weil die grundsätzliche Zielsetzung eine andere ist. Das Ziel der klassischen akademischen Forschung ist es, möglichst sicheres Wissen zu gewinnen. In Bezug auf die Zukunft kann es sicheres Wissen aber nicht geben. Stattdessen muss die Zukunftsforschung versuchen, Strategien zu entwickeln, die helfen, mit Unsicherheit umzugehen. Die Annahme eines binären Wahrheitswerts einer Prognose („wahr/ falsch“ bzw., im Falle des Kritischen Rationalismus, „nicht falsch/ falsch“) reicht unter diesen Voraussetzungen nicht aus, um die Komplexität der Wirklichkeit abzubilden.

Nach Popper bleibt dem Forscher nur eine deduktiv gewonnene Aussage, die im besten Fall nicht widerlegt wird. Für eine Zukunftsforschung, die den Namen verdient, ist das zu wenig.

Auf den Spuren von Bayes und LaPlace

Ein Ausweg aus diesem Dilemma ist die Idee eines englischen Pfarrers aus dem 18. Jahrhundert. Thomas Bayes erfand eine Methode, mit der Nichtwissen quantifiziert werden kann. Gedanklicher Ausgangspunkt für diese Methode war ein einfaches Experiment: Mit dem Rücken zu einer Tischplatte stehend warf Thomas Bayes eine Kugel hinter sich auf den Tisch. (vgl. Abb. 3)

BAYES' TISCHPLATTE

LEM. 1. The probability that the point o will fall between any two points in the line AB is the ratio of the distance between the two points to the whole line AB .

Let any two points be named, as f and b in the line AB , and through them parallel to AD draw fF , bL meeting CD in F and L . Then if the rectangles $CfFb$, FbL , LbA ...

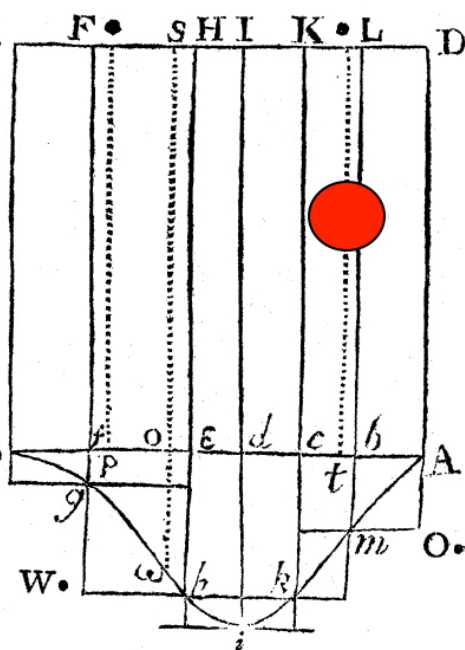


Abb. 3: Aufbau des Experiments mit der ersten Kugel auf der Tischplatte. Der geworfen hat, steht mit dem Rücken zum Tisch und kann nicht sehen, wo sie gelandet ist.

Quelle Grafik: Bayes, Thomas und Price, David: An Essay towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances. In: Philosophical Transactions 53 (1763), S. 370-418.

Um herauszufinden, wo die Kugel gelandet war, ließ er einen Freund weitere Kugeln auf die Tischplatte werfen. Bei jeder weiteren Kugel gab der Freund Auskunft darüber, ob die neue Kugel sich links oder rechts von der ersten Kugel befand. Je mehr dieser Informationen Thomas Bayes zur Verfügung hatte, desto genauer konnte er den Punkt bestimmen, auf dem die erste Kugel gelandet war – obwohl er nach wie vor mit dem Rücken zur Tischplatte stand. (vgl. Abb. 4)

BAYES' TISCHPLATTE

Lem. 1. The probability that the point o will fall between any two points in the line AB is the ratio of the distance between the two points to the whole line AB .

Let any two points be named, as f and b in the line AB , and through them parallel to AD draw fF , bL meeting CD in F and L . Then if the rectangles $CfFA$ and $CbLA$ are

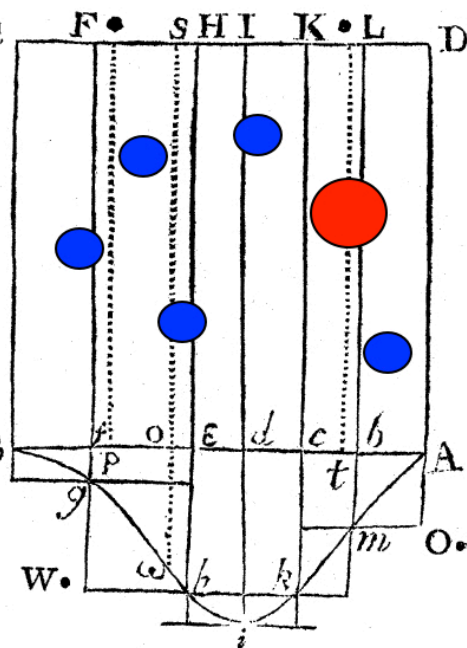


Abb. 4: Aufbau des Experiments, nachdem weitere Kugeln auf den Tisch geworfen wurden. Die Lage der „neuen“ Kugeln (blau) im Verhältnis zur ersten (rot) gibt Aufschluss darüber, wo auf der Tischplatte sie sich befindet.

Quelle Grafik: Bayes, Thomas und Price, David: An Essay towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances. In: Philosophical Transactions 53 (1763), S. 370-418.

Pierre-Simon LaPlace arbeitete diese Methode als mathematische Formel aus zu dem, was heute als Bayestheorem bekannt ist. Sie besagt, dass die Wahrscheinlichkeit einer Ursache (für ein gegebenes Ereignis) proportional ist zu der Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses (für eine gegebene Ursache). Alle möglichen Ursachen werden in die Formel mit einbezogen und quasi nach dem Ausschlußverfahren „zurückgerechnet“. Mit dem Bayestheorem lassen sich Wahrscheinlichkeiten in Form von mathematischen Brüchen darstellen.⁴

$$P(C|E) = P(E|C) P_{\text{prior}}(C) / \sum P(E|C') P_{\text{prior}}(C')$$

5

Damit bietet die Wahrscheinlichkeitsrechnung einen Ausweg aus dem Dualismus von wahr/ falsch, wie er dem Wissenschaftsbegriff des Kritischen Rationalismus zugrunde liegt. Bayes' Rule ist kein Instrument zur Verifizierung oder Falsifizierung und auch nicht zur Hypothesenfindung, sondern bietet die Möglichkeit, die Wahrscheinlichkeit einer subjektiven Überzeugung über den Zusammenhang zweier Sachverhalte in Zahlen auszudrücken. Im Prinzip handelt es sich dabei um eine Anwendung induktiver Logik.

Um beim obigen Beispiel zu bleiben, könnte ich die Wahrscheinlichkeit eines ursächlichen Zusammenhangs zwischen dem Ereignis (regelmäßiges Klopfen im Brustkorb einer Katze) und der Ursache (Die Katze hat ein Herz) aufgrund meiner bisherigen Erfahrungen mit Katzen mit 100% beziffern.

Diese Anwendung des Bayestheorems ist eine elaborierte Form einer klassischen induktiven Schlußfolgerung vom Besonderen aufs Allgemeine: Alle bisher beobachteten Katzen haben ein Herz, also haben alle Katzen ein Herz. Elaboriert ist sie insofern, als nicht nur bekannte, sondern auch mögliche unbekannte Ursachen für Ereignisse mit einbezogen werden.

Die Ergebnisse von Wahrscheinlichkeitsrechnung nach Bayes können auch die Wahrscheinlichkeit einer Ursache für ein Ereignis darstellen, für das es mehrere mögliche Ursachen gibt. Den Zusammenhang zwischen dem Ereignis, dass die Katze miaut, und Hunger als bekannte Ursache könnte ich mit dem vorhandenen Datenmaterial etwa auf 80:20 beziffern (achtzig Prozent Hunger vs. zwanzig Prozent unbekannte Ursachen, also z.B. zehn Prozent Langeweile und zehn Prozent reine Selbstdarstellung). Auch Ursachen, die ich nicht kenne, lassen sich in dieser Rechnung berücksichtigen.

Eine solche Aussage ließe sich sowohl mit dem Bayestheorem als auch in Form eines gültigen induktiven Schlusses darstellen: Die Wahrscheinlichkeit, dass die Katze miaut, weil sie Hunger hat, beträgt nach bisherigen Beobachtungen achtzig Prozent. Solche Schlußfolgerungen kennt man in der philosophischen Logik unter dem Begriff „enumerative Induktion“. Sie ermöglicht Prognosen über die Zukunft, in diesem Fall über die nächste miauende Katze, der ich begegnen werde.

Die Anwendung Bayes'scher Logik bei der Erstellung von Prognosen

Was bedeutet es für einen Prognostiker, mit dem Bayes'schen Paradigma zu arbeiten?

1. Hypothese: Zunächst muss eine erste Annahme festgehalten werden. Sie entspricht dem „P(prior)C“ in der Formel und der ersten Kugel auf der Tischplatte. Diese Annahme hat nicht den Anspruch darauf, ein objektives Faktum zu sein, sondern es handelt sich um eine subjektive Überzeugung (engl. „belief“).
2. Datenerhebung: Im zweiten Schritt werden Daten zu dieser ersten Annahme gesammelt. Wie die neuen (blauen) Kugeln auf der Tischplatte stehen sie in einem relativen Verhältnis zu der Annahme, der „ersten Kugel“, sofern sie die Annahme nicht direkt bestätigen. In der Formel entsprechen diese neuen Daten dem „P(E|H C)“ über dem Bruchstrich.
3. Zweifel: Charakteristisch für Bayes ist die Miteinbeziehung weiterer möglicher Ursachen für ein Ereignis, die man nicht kennt. Bei Erstellung der Prognose müssen auch die „Known Unknowns“ mit einfließen, also Faktoren, von denen man weiß, dass man sie nicht kennt. In der Formel tauchen sie unter dem Bruchstrich auf (C').
4. Bias-Test: Im abstrakten Bayestheorem taucht dieser Aspekt nicht auf, aber in der prognostischen Praxis, die von echten Menschen gemacht wird und sich auf die tatsächliche Wirklichkeit bezieht, ist dieser Zwischenschritt unumgänglich. An dieser Stelle der Prognosenfindung sollten alle Spielarten der subjektiven Verzerrung (vgl. S. 32 ff.) systematisch durchgegangen und nach Möglichkeit ausgeschlossen werden.
5. Relative Prognose: Ein Prognostiker, der nach dem Bayes'schen Paradigma arbeitet, stellt keine absoluten, sondern relative Prognosen auf. Das Verhältnis einer möglichen Ursache für ein Ereignis wird dabei quantifiziert den unbekannten Ursachen (known unknowns) gegenübergestellt. Lediglich eine Frage der Grammatik ist die Formulierung der relativen Prognose als „wenn, dann“- Satz.

An diesem – zugegeben provisorischen – Modell wird deutlich, dass Zukunftsforschung nicht dasselbe ist wie Mathematik, und dass Wahrscheinlichkeitstheorie von ihr genutzt wird, aber andere Fragestellungen abdeckt. Zukunftsforschung findet nicht in einem abstrakten Raum statt, sondern bewegt sich in der Praxis, in der Lebenswirklichkeit des chaotischen Wesens Mensch. Deshalb kann es bei der Erstellung von Prognosen nicht darum gehen, die Zukunft „auszurechnen“. Quantifizierung und statistisches Datenmaterial spielen eine wichtige Rolle, aber ebenso wichtig ist die Miteinbeziehung „weicher“, subjektiver Faktoren – wie die systematische Hinterfragung des eigenen Standpunkts in Schritt 4.⁶

² Zur Einführung in die philosophische Logik vgl. Salmon, Wesley C.: Logik. Stuttgart 1983.

³ Zum Wissenschaftsmodell des Kritischen Rationalismus vgl. Popper, Karl: Logik der Forschung. Berlin 2007, 3. bearb. Aufl.

⁴ Zu Bayes' Rule vgl. Bayes, Thomas und Price, David: An Essay towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances. In: Philosophical Transactions 53 (1763), S. 370-418.

⁵ McGrayne, Sharon Bertsch: The Theory That Would Not Die. New Haven 2011, S. 31.

⁶ Vgl. auch S. 47.

Spieltheorie

Die Spieltheorie bildet ein weiteres Fundament der integrativen Prognostik. Begründet von Oskar Morgenstern und John von Neumann in den 40er Jahren als kooperative Spieltheorie, ergänzt von John Nash, dem Nobelpreisträger ("A Beautiful Mind") mit der nicht-kooperativen Spieltheorie, bekam sie im Kalten Krieg eine enorme operative Bedeutung für die jungen Zukunfts-Wissenschaften. In den militärisch geprägten Think-Tanks der USA, etwa der Rand Corporation, versuchte man mit Hilfe der Spieltheorie militärische und politische Probleme der Block-Konfrontation zu lösen.⁷

In den letzten Jahren hat sich die Spieltheorie in Richtung auf die evolutionäre Spieltheorie und die Algorithmische Spieltheorie als primär mathematisch orientierte Variante entwickelt.

Spieltheoretische Ansätze bieten sich für prognostische Fragestellungen immer dann an, wenn eine Entwicklung mit konflikthafter Dynamik zu prognostizieren ist. Im Unterschied zur klassischen Entscheidungstheorie (Choice Theory), deren Analyse auf Information und Kognition aufbaut, beschreibt die Spieltheorie Aktions-Verläufe, bei denen der Erfolg des Einzelnen nicht nur vom eigenen Handeln, sondern auch von den Aktionen anderer abhängt (interdependente Entscheidungssituation).

Die Spieltheorie gibt uns Auskunft über die wahrscheinlichen Ausgänge von Konfliktsituationen, aber auch von „Verhandlungen“ zwischen Menschen. Sie beschreibt damit auch gesellschaftliche Prozesse als dynamisches System, unter Einbeziehung von Interessen und Informationen. Hier einige Klassiker:

1. Das Gefangenenspiel

Zwei Gefangene werden verdächtigt, gemeinsam eine Straftat begangen zu haben. Beide Gefangene werden in getrennten Räumen verhört und haben keine Möglichkeit, sich zu beraten bzw. ihr Verhalten abzustimmen. Die Höchststrafe für das Verbrechen beträgt sechs Jahre. Wenn die Gefangenen sich entscheiden zu schweigen (Kooperation), werden beide wegen kleinerer Delikte zu je zwei Jahren Haft verurteilt. Gestehen jedoch beide die Tat (Defektion), erwartet beide eine Gefängnisstrafe, wegen der Zusammenarbeit mit den Ermittlungsbehörden jedoch nicht die Höchststrafe, sondern lediglich von vier Jahren. Gesteht nur einer (Defektion) und der andere schweigt (Kooperation), bekommt der erste als Kronzeuge eine symbolische einjährige Bewährungsstrafe und der andere bekommt die Höchststrafe von sechs Jahren.

Mit diesem Spiel wird verdeutlicht, dass Spielausgänge immer von den zwei Faktoren Vertrauen und Information geprägt sind – Ressourcen, die in menschlichen Gemeinschaften eine substantielle Knappheit erfahren können. Die Frage tatsächlicher Schuld oder Unschuld spielt hier keine Rolle, im Gegenteil, das Eingeständnis einer Tat, die gar nicht begangen wurde, wird zum strategischen Vorteil! Damit bildet das Gefangenenspiel menschliches Standard-Verhalten unter Nichtwissen, aber auch in sozialen Kontexten ab. Experimente zeigen, dass die Kooperationsrate im Durchschnitt rund 22 Prozent beträgt.⁸

2. Evolutionsdynamische Spiel-Modelle

In der Folge wurde das Gefangenenspiel von Robert Axelrod⁹ systematisch zur Methode ausgebaut und als Grundlage für evolutionsdynamische Systementwicklung genutzt. Dabei treten computergenerierte Strategie-Programme gegeneinander an und erzeugen über viele Spielrunden (Generationen) evolutionär robuste (oder eben instabile) Strategien. Anatol Rapoport¹⁰ erfand in diesem Kontext die Tit-For-Tat-Strategie als Grundlage reziproken Verhaltens. Daraus entwickelte sich eine ganze Evolutionsdynamik der Kooperation, aus der man Rückschlüsse auf die soziale Evolution in menschlichen Gesellschaften ziehen kann.¹¹

Noch einen Schritt weiter ging der Physiker Kristian Lindgren von der Universität Göteborg. Er kombinierte das Gefangenenspiel mit „Conways Life“, einem Computerspiel, das einen einfachen zellulären Automaten auf einem Schachbrett-Raster simuliert. Die „Agenten“ spielen dabei jeweils horizontal und vertikal und diagonal gegeneinander, und das Ergebnis eines jeden Spielfeldes wird dann in die nächste Generation übernommen. Lindgren führte in das System nun einen „Gencode“ ein, der im Verlauf mutieren konnte. Jede Strategie/Agent erhielt einen binären Code, so repräsentierte die „01“-Strategie Tit for Tat, „11“ stand für „immer kooperieren“, „00“ für „immer Verrat“. Durch einen Zufallsgenerator wurde nun manchmal eine 0 oder 1 angehängt, oder Teile des Codes wurden ausgetauscht, so dass immer längere Codierungen entstanden, die immer komplexeren Reaktionsmustern entsprachen. „1101“ könnte zum Beispiel heissen: „Reagiere positiv, wenn Dein Gegenüber nur einen negativen Zug gemacht hast, nachdem du zweimal positiv reagiert hast...“¹²

Die folgende Grafik zeigt, wie sich daraus lernende Systeme entwickeln, die Interferenzen bilden, lange Schleifen von Stabilität, die durch Chaosphasen abgelöst werden, in denen neue Strategien das Ruder übernehmen. Ein Modell, das verblüffend den realen biologischen und sozialen Evolutionen ähnelt:

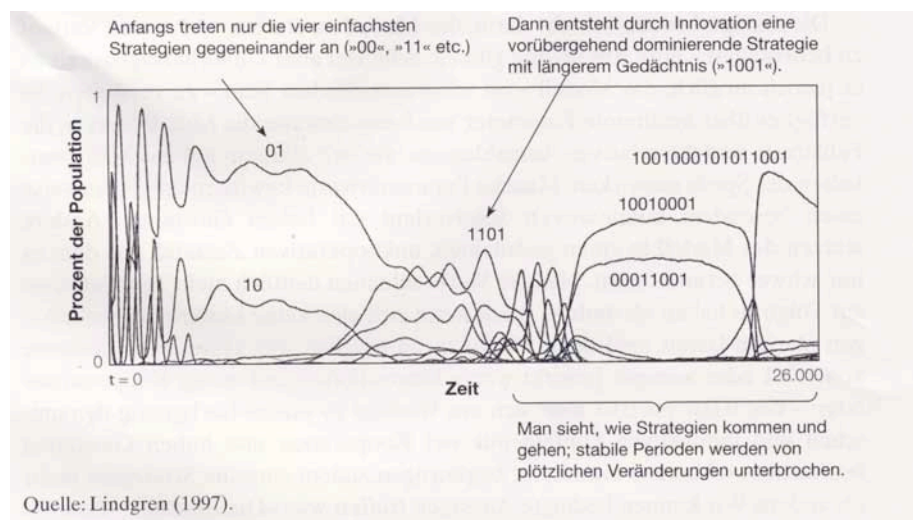


Abb. 5: Evolutions-Modell des Gefangenendilemmas mit „mutierenden Strategien“ von Lindgren, siehe auch Matthias Horx, Das Buch des Wandels S. 245.

Quelle Grafik: Lindgren 1997.

3. Das Segregationsspiel von Thomas Schelling

Von Thomas Schelling, einem der Begründer der strategischen Spieltheorie, stammt ein erhellendes Spielmodell zur Soziodynamik in Grossstädten. Schelling fragte sich schon in den 60er Jahren, warum es in grossen Städten immer wieder zum Phänomen der Gettobildung kommt. Wenn ein Mitglied der Kultur A in einem Umfeld lebt, in dem einige Mitglieder der fremden Kultur B wohnen, macht ihm dies nichts aus. Er kann die „anderen“ tolerieren oder sie gar als Bereicherung empfinden. Er beginnt sich jedoch unwohl zu fühlen, wenn er ausschliesslich von „Bs“ umgeben ist. Auf seinem Schachbrett mit gemischter Bevölkerung legte Schelling nun Regeln fest. Zum Beispiel: Wenn eine Spielfigur von mehr als 3 „Fremden“ direkt umgeben ist (von 4 möglichen direkten Nachbarn) zieht sie in eine Gegend um, in der wiederum mindestens 3 direkte Nachbarn der eigenen Kultur wohnen. Auf diese Weise enthalten wir auf Dauer das typische Getto-Bild, wie es für so gut wie alle grossen Städte üblich ist. Die Komplexität der Gesamt-Gesellschaft sinkt, die Kultur polarisiert sich.

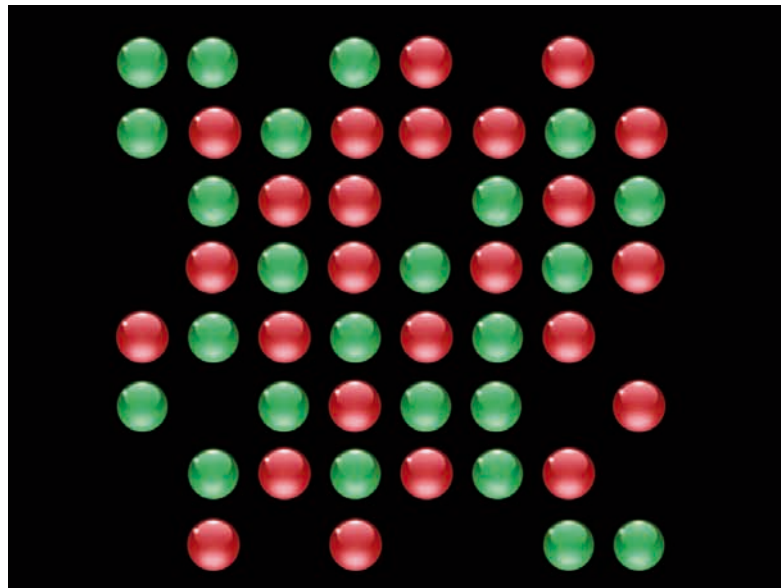


Abb. 6: Ausgangslage eines „Separationsspiels“.

Quelle Grafik: Matthias Horx.

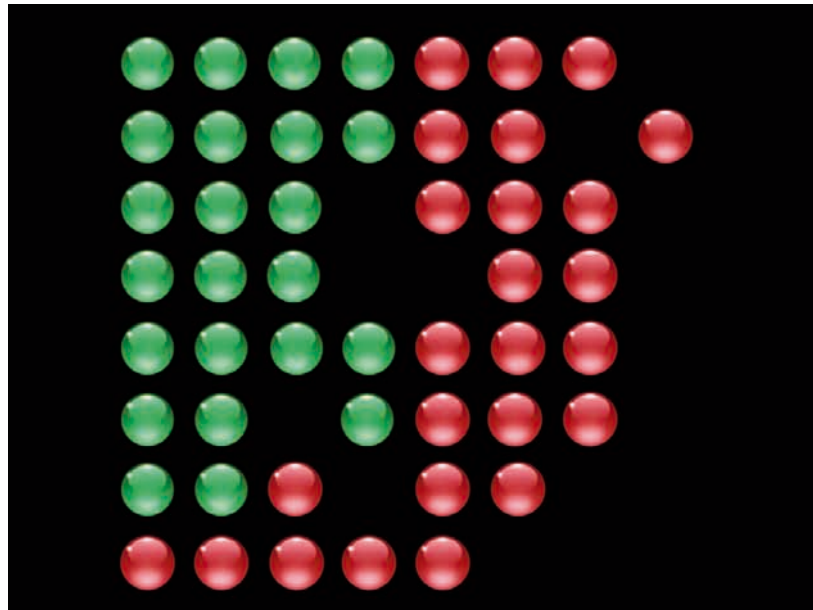


Abb. 7: Ergebnis des Separationsspiels nach „Vollzug“ der Umzugs-Regeln.

Quelle Grafik: Matthias Horx.

Jetzt starten wir das Spiel mit einer anderen Ausgangslage. Wir nehmen jetzt statt zwei drei Ethnien (oder Farben oder Kulturen oder Religionen). Auf den ersten Blick schon wird deutlich, dass das Ergebnis ein völlig anderes sein wird. Höhere Ausgangs-Vielfalt dämmt den Segregations-Effekt ein! Es kommt nun allenfalls zu vereinzelt Umzügen, denn nun sind alle Nachbarn mit ZWEI anderen Kulturen umgeben, und die Entscheidung, umzuziehen, wird nicht mehr so einfach. In der Folge bleibt es bei einer höheren Durchmischung, sprich kulturellen Komplexität.

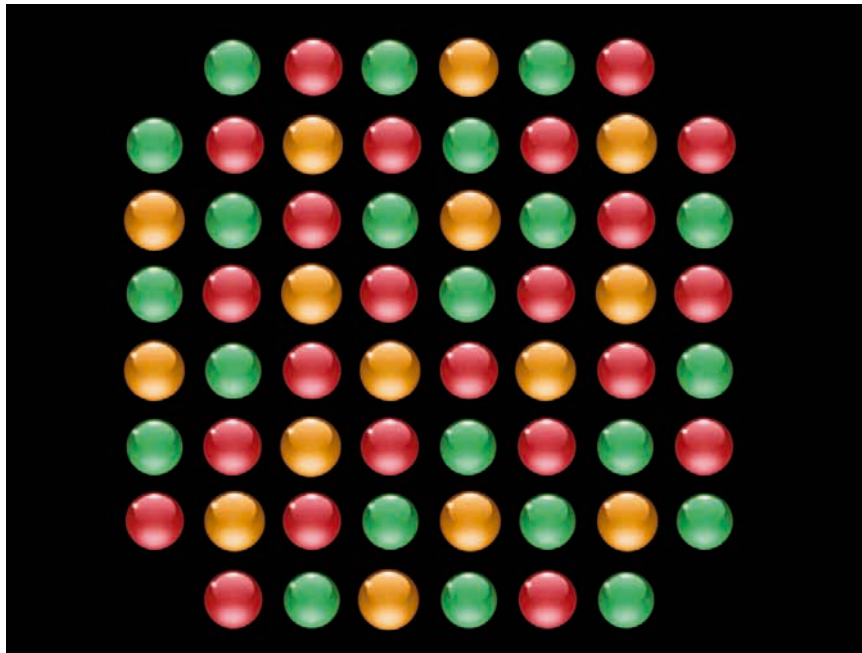


Abb. 8: Ergebnis des Separationsspiels nach „Vollzug“ der Umzugs-Regeln mit drei statt zwei Gruppen.

Quelle Grafik: Matthias Horx.

Das Beispiel verdeutlicht erneut den Vorteil der Diversität in der sozialen Evolution und bietet damit einen wichtigen Hinweis auf die Stabilisierung von Komplexität. In „bipolaren“ sozialen Systemen ist die Konfliktgefahr stets am höchsten, während es in multipolaren Kulturen zu einer „Evolution der Toleranz“ kommt.¹³

4. Das Nash-Equilibrium

In vielen Spiel- und Konfliktkonstellationen kommt es zu keinem „Ergebnis“ im Sinne einer eindeutigen Gewinnes oder Verlustes durch Sieger und Besiegte. Es entsteht vielmehr, nachdem alle Teilnehmer alle Möglichkeiten antizipiert und „durchgespielt“ haben, eine Patt-Situation. Ein typisches Beispiel für das Nash-Equilibrium wurde vom Evolutionsbiologen John Maynard Smith im „Tauben-Falken-Spiel“ entwickelt.¹⁴

Stellen wir uns einen Planeten vor, auf dem nur raubtierhafte Vögel existieren. Falken, die aggressiv Jagd auf Beute machen. Jedes Mal, wenn irgendwo „Beute“ auftaucht, stürzen sich die Falken darauf. Da der Planet endlich und begrenzt ist, kommt es dabei immer zu Kämpfen und Verletzungen. Jede Nahrungsaufnahme ist riskant. Man frisst entweder, oder verliert Gesundheit, oft beides. Auf diese Weise entstehen durch natürliche Selektion unglaublich fitte, muskulöse Falken. Irgendwann jedoch würde einer dieser Falken, der vielleicht individuell nicht ganz so fit, aber dafür clever ist, ein wenig zögern. Er würde eine Beute aus der Ferne sehen, aber sich nicht gleich darauf stürzen, sondern sich verstecken. Und erst zuschlagen, wenn kein anderer Falke in der Nähe ist.

Auf Dauer würde dieser Falke wahrscheinlich ganz gut genährt und damit im Fortpflanzungs-Vorteil sein. Er muss ja nicht ständig kämpfen, um zu fressen und spart dadurch Energie. Und so entstünde über Varianz und Selektion eine evolutionäre Abspaltung: Die Tauben. Es ist anzunehmen, dass sich im weiteren Verlauf auch noch weitere Varianten entwickeln, etwa „Kampftauben“ oder „Tarnfalken“. Für den simplen Tauben- und Falken-Planeten lässt sich das Nash-Equilibrium relativ leicht ausrechnen: Es entsteht bei einem Verhältnis von zwei Drittel Tauben und einem Drittel Falken.¹⁵ Die entsprechende Rechnung des Nash-Equilibriums sieht so aus:

	Falke	Taube
Falke	-2,-2	2,0
Taube	0,2	1,1

16

Die Summe aller Spiele

Für die integrierte Prognostik ist es wichtig, dass die „Summe aller Spiele“ zur Entwicklung von Komplexität neigt.

Grundsätzlich gibt es drei Varianten von Spielen:

- Lose-Lose-Spiele:** Konflikte, bei denen es nur Verlierer gibt. Etwa schwere Kriege, in denen die Zerstörungen überwiegen (Somalia, Kongo), Scheidungs-Katastrophen etc.
- Lose-Win-Spiele:** Spiele, bei denen der Sieger das gewinnt, was der Verlierer verliert. Im Sport sind das die klassischen Spielverläufe (Nullsummenspiele)
- Win-Win-Spiele oder „Nonzero Sum Games“:** Spiele, in denen durch Kooperation skalierte Vorteile für beide Seiten entstehen, auch wenn die Gewinne nicht immer gleich verteilt sind. Diese Art von Spielen erklären z.B. die Entwicklung von Wohlstandsgewinnen: Durch Arbeitsteilung, die sich durch Konkurrenz ständig verfeinert, entstehen Win-Win-Spiele, die die ganze Gesellschaft reicher machen.¹⁷

Dieser Ansatz, spieltheoretisch die Entwicklung von Komplexität zu erklären, stellt ist eine Kernaussage der integrierten Prognostik dar. Mit ihr lässt sich das binäre Denkmuster aufbrechen, das viele Zukunftsprognosen in Richtung auf Unterkomplexität verfälscht. Die apokalyptische Erwartung etwa entsteht aus der (unbegründeten) Erwartung, dass dynamische Prozesse stets einen Win-Lose (oder Lose-Lose)-Charakter haben, z.B. „Wenn es China besser geht, muss Europa untergehen“.

Agent Based Modelling

Die Spieltheorie hat sich in den letzten Jahren durch die Zuhilfenahme von Computern und neue mathematische Modellier-Möglichkeiten zu einer aktiven Spiel-Simulations-Wissenschaft entwickelt. Aus diesen Ansätzen sind praktische Anwendungen wie Wargaming hervorgegangen, aber auch neue Ansätze zur Tipping-Point-Forschung, die für die Prognostik von entscheidender Bedeutung sind.

„Tipping Points“ sind jene Punkte, an denen Prozesse (Trends) entweder brechen oder sich beschleunigen. Erstmals angewendet wurde der Begriff im Jahre 1957 von Morton Grodzins bei einer Untersuchung zur Rassentrennung. Der Essayist Malcolm Gladwell macht drei Indikatoren/Parameter für einen bevorstehenden Tipping Point aus:

- Das Auftauchen neuer Deutungs-Eliten („Law of the Few“),
- Das „Stickyness“-Prinzip: Wenn schlüssige, im Gedächtnis haftende „Erzählungen“ (Narrationen) auftauchen,
- „The Power of Context“ – das Setzen oder Entstehen neuer Rahmen für das menschliche Verhalten.¹⁸

Der Grazer System-Psychologe Thomas Bruderermann¹⁹ entwickelte in seiner Studie „Massenpsychologie“ einen epidemiologisch-spieltheoretischen Ansatz zur Analyse von Tipping Points. Er machte mit den Mitteln der Computersimulation bestimmte Reizschwellen ausfindig, an denen sich simulierte Meinungen, Übereinkünfte, Zustände plötzlich rapide „vermehren“. In diesen Simulationen spielte der Wert 38 eine zentrale Rolle: Wenn 38 Prozent einer Gruppe für ein bestimmtes Thema „empfindlich“ sind, beschleunigt sich die Verbreitungsrate um ein Vielfaches. Dieser Befund lässt sich mit vielen empirischen Befunden korrelieren, etwa mit dem spontanen Rückgang der Raucherquote in den westlichen Ländern, der Einführung der Frauenquote und der Durchsetzung von Ehrechten für Homosexuelle.

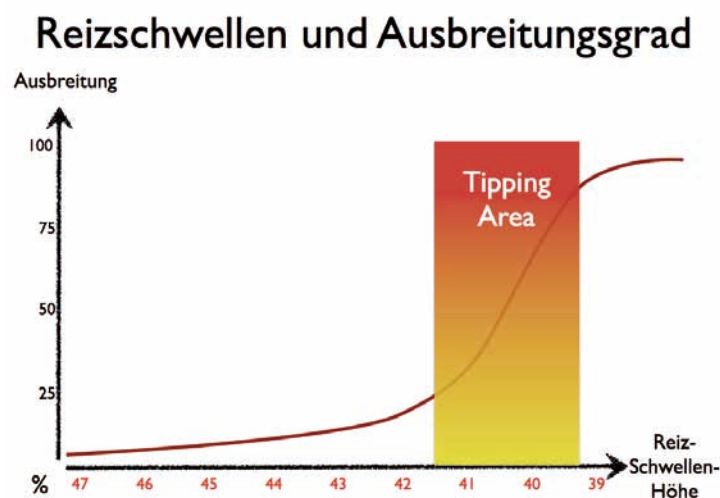


Abb. 9: Statistische Darstellung des „Tipping Points“.
Quelle Grafik: Matthias Horx.

Spieltheoretische Konfliktanalyse

Die „Predictioneering“-Methode lässt sich mit „Vorhersagen und Gestalten“ (Predicting and Engineering) übersetzen. Die Methode stammt vom Politikwissenschaftler Bruce Bueno de Mesquita, der – nach eigenen Angaben, aber auch vielen „Zeugenaussagen“ – 90 Prozent der von ihm untersuchten politischen Fallstudien (Kriege, Krisen etc.) richtig prognostiziert hat. Bueno de Mesquita arbeitet als Berater in politischen Konfliktsituationen auch für Regierungs- und Militärorganisationen, bezieht sich stark auf die Spieltheorie von Nash und ist nach eigener Aussage dazu befähigt, komplexe Konflikte wie den zwischen Iran und den USA mit spieltheoretischen Methoden zu prognostizieren.

Beim „Predictioneering“-Ansatz geht es um eine Doppelstrategie von Analyse und Anwendung: Durch die (computergestützte) Analyse der an einem Konflikt beteiligten Interessen und Akteure wird eine hohe Wahrscheinlichkeit für den Ausgang eines Konfliktes errechnet. Die einzelnen Schritte sind wie folgt:

- Bestimmung aller handelnden Institutionen und Validierung ihrer Interessen.
- Einschätzung ihrer Rolle und Wichtigkeit im Prozess.
- „Durchrechnen“ verschiedener Optionen in Bezug auf die **wahrscheinlichste Allianz**.

⁷ Poundstone, William: Prisoner's Dilemma. John von Neumann, Game Theory, and the Puzzle of the Bomb. New York 1992.

⁸ Vogt, Carsten: Kooperation im Gefangenen-Dilemma durch endogenes Lernen. Ein spieltheoretischer Ansatz. Saarbrücken 2008.

⁹ Axelrod, Robert: Die Evolution der Kooperation. München 2000.

¹⁰ Rapoport, Anatol und Chammah, Albert: Prisoner's dilemma. A study in conflict and cooperation. University of Michigan Press, 1965.

¹¹ Eggebrecht, Winfried und Manhart, Klaus: Fatale Logik. Egoismus oder Kooperation in der Computersimulation, in: c't (1991), Nr. 6, S. 144.

¹² Eriksson, Anders und Lindgren, Kristian: Cooperation driven by mutations in multi-person Prisoner's Dilemma, in: Journal of Theoretical Biology (2005), Nr. 232, S. 399-409.
Vgl. auch Beinhocker, Eric: Die Entstehung des Wohlstands. Wie Evolution die Wirtschaft antreibt. Landsberg am Lech 2007, S. 243 ff.

¹³ Schelling, Thomas: Micromotives and Macrobehavior. New York 2006, S. 150 ff.

¹⁴ Smith, John Maynard: Evolution and the Theory of Games. Cambridge 1982.

¹⁵ vgl. Siegfried, Tom: A Beautiful Math. New York 2006, S. 77, 233 fff.

¹⁶ Quelle Grafik: ebd.

¹⁷ vgl. Wright, Robert: Non-Zero. The Logic of Human Destiny. New York 2001.

¹⁸ Gladwell, Malcolm: The Tipping Point. How Little Things Can Make a Big Difference; New York 2001.

¹⁹ Brudermann, Thomas: Massenpsychologie. Psychologische Ansteckung, kollektive Dynamiken, Simulationsmodelle. Wien 2010.

System- und Komplexitätstheorie

Die Systemtheorie als Synthese von Ingenieurwissenschaften und Informationstheorie ist seit ihrem Entstehen in den 1920er Jahren ein erster Versuch einer Universalwissenschaft zum Verständnis komplexer Prozesse. Ihre Grundlagen wurden von Ludwig von Bertalanffy gelegt. Mittels einer Variante der Systemwissenschaften, der Kybernetik (z.B. Norbert Wiener), entwickelte sich Ende der 60er Jahre eine neue Regelungs- und Planungs-Wissenschaft, besonders in den sozialistischen Ländern, vor der man sich die rationale Steuerung ganzer Gesellschafts-Systeme versprach.



Abb. 10: Übersicht über die Systemtheorie.

Quelle Grafik: Ramage, Magnus und Shipp, Karen: Systems Thinkers. London 2009.

Die Systemtheorie beschreibt die Wechselwirkungen in einem System, und zieht daraus Rückschlüsse für seinen weiteren Prozess-Verlauf. Dabei geht es zunächst um die Diagnose der inneren Struktur, die sich vor allem in diesen Elementen ausdrückt.

- Muster des gesamten Systems (pattern)

- Beziehungen
- Mikroanalyse (Einzelteile)
- Agenten
- Akteure
- Wechselwirkungen (links)
- Rückkopplungen (feedbacks)

Mit diesen Faktoren können wir zunächst bestimmen, ob es sich um ein niederkausales oder hochkausales System handelt. In niederkausalen Systemen sind die Verläufe eher chaotisch, es gibt enorm viele Verbindungen zwischen Akteuren und Reaktoren. Hier spielt der Faktor Zufall eine größere Rolle.

Grundsätzlich wird unser Wissen über Systeme von zwei Achsen definiert: Der Modell- und der Datenachse. Systeme, bei denen wir weder über Daten noch ein Systemmodell verfügen, können wir nicht prognostizieren. Bei validen Modellen mit ausreichend Daten können wir verlässliche Prognosen machen. Bei schwacher Datenlage oder unzureichenden Systemmodellen können wir versuchen, das jeweilige Manko zu beheben. Zusätzlich müssen wir zunächst zwischen verschiedenen Systemarten unterscheiden:

1. Lineare/ Mechanische Systeme

Manche Systeme sind durch klare, mathematische oder physikalische Algorithmen beschreibbar. Wir nennen sie dann mechanisch, wenn jede einzelne Bewegung durch Input-Output-Wirkungen ohne starke Rückkopplungen zustande kommt. Endergebnis B ist klar bestimmbar und wird allenfalls durch kleine Aberrationen beeinflusst.

Das beste Beispiel sind die Planetenbewegungen: Wir können den Lauf der Gestirne, die Stellung der Planeten und viele andere astronomische Details bis auf viele Jahrtausende voraussagen. Die Bewegungen von festen Körpern im Raum sind durch die verlässlichen Gravitationskonstanten sehr stabil.

2. Fraktale oder nonlinear-dynamische Systeme

Fraktale Systeme bestehen aus sehr vielen Akteuren und Reaktoren, die hochgradig vernetzt miteinander kommunizieren und dabei ständig gigantische Datenmenge prozessieren. Ein typisches Beispiel ist das Wetter. Wetterentwicklungen sind eigentlich gut „rechenbar“, weil wir die Parameter (Druck, Feuchtigkeit, Temperatur etc.) sowie die Systemdynamik gut kennen. In diesen Systemen existieren gewaltige „Ströme von Probabilität“, allerdings sind diese Ströme von extremen Turbulenz-Phänomenen begleitet. Kleine Störungen des Systems haben kaskadenhafte, aufschaukelnde Auswirkungen (der berühmte Schmetterlingseffekt, auch Phasenübergang genannt). Fraktale Systeme arbeiten ständig an Chaos-Grenzen, deshalb sinkt die Kurve ihrer Vorhersagbarkeit ständig ab, je weiter man in die Zukunft geht.

Trotz dieses Effekts gibt es immer weitere Versuche, die Wetter-Zukunft zu verbessern: Das Projekt PANDOWAE (Predictability and Dynamics of Weather Systems in the Atlantic-European Sector -- Vorhersagbarkeit und Dynamik des Wetters im atlantisch-europäischen Raum) ist an acht Universitäten in Deutschland, der Schweiz und England angesiedelt. Bis 2015 wollen die Forscher die zuverlässige Vorhersagbarkeit von drei Tagen auf bis zu zwei Wochen verlängern. Dabei konzentrieren sie sich vor allem auf mögliche Fehlerquellen in den bisherigen Modellen des Deutschen Wetterdienstes. Andere Versuche im Kontext der Klimaforschung ordnen das Wetter in die grösseren Verläufe des Klimaschehens ein – sie definieren das Wetter dabei mehr als ein Subsystem übergeordneter Prozesse und Systeme.

3. Metakomplexe und emergente Systeme

Manche Systeme sind komplexer als andere, weil es in ihnen verschiedene Akteure verschiedener Verteilungs- und Vernetzungsgrade wirken. Manche sind „niederkausal“, das heisst die Regel- und Rekursionssysteme in ihnen sind relativ schwach, so dass der Zufall eine recht hohe Rolle spielt (Beispiel Fussball).

Bei komplexen Systemen kommt es stark auf die Frage der Rekursion an: Wieweit speisen sich die einzelnen „Ergebnisse“ der Teilsysteme zurück ins Gesamtsystem? Manchmal sind komplexe Systeme gerade durch Rückkopplung stabil – sie erhöhen durch Feedbacks ihre Adaptivität. Bei anderen Rekursionen kommt es zu einem „Ersticken“ des Systems (siehe unten).

Wir unterscheiden zwei Varianten von systemischer Adaption:

- Robustheit eines Systems: Diese entsteht durch seine Fähigkeit, auf Aussenimpulse flexibel zu reagieren und Variablen abzupuffern. Dabei behält das System seine innere Dynamik bei.
- Resilienz eines Systems: Diese Eigenschaft benennt die Fähigkeit eines Systems, durch Wandel Adaption zu generieren und sich nach Krisen neu zu konfigurieren. Ein resilientes System ist u.U. weniger robust, aber es ist morphologisch flexibler.

Organismen und Populationen repräsentieren eine besondere Kategorie von Systemen: die Emergenz. In ihnen herrscht hohe Komplexität mit hoher Rückkopplung, kombiniert mit hohen Graden an Selbst-Steuerung und Adaptivität. Emergente Systeme haben die Fähigkeit, „sich selbst zu schaffen“, indem ihre Subsysteme (Zellen, Organe, Glieder etc.) aus Codierungen erzeugen – der Gencode erzeugt, obwohl er nur aus vier Basenpaaren besteht, hochkomplexe dreidimensionale Gebilde. Solche Systeme sind erstaunlich robust und wandlungsfähig. Der Evolutionsbiologe Ernst Mayr definiert:

„[Emergenz ist] In Systemen das Auftreten von Merkmalen auf höheren Organisationsebenen, die nicht aufgrund bekannter Komponenten niedrigerer Ebenen hätten vorhergesagt werden können.“²⁰

4. Kohärente soziokulturelle Systeme

In soziokulturellen Systemen interagieren scheinbar „unberechenbare“ Entitäten (= Subjekte mit hoher Verhaltens-Varianz) nach komplexen Regeln. Dies scheint völlige Unvorhersehbarkeit zu bedeuten. Viele soziale Systeme sind jedoch mithilfe der Spieltheorie oder anderer Zugänge (Sozio-Ökonomik, Verhaltensökonomik, Kognitionspsychologie, etc.) erstaunlich gut prognostizierbar.



Abb. 11: Einflußfaktoren der Geburtenrate.
Quelle Grafik: Matthias Horx.

Die Geburtenraten einer menschlichen Population bewegen sich nach sehr langfristigen Trends. Die Eltern der Zukunft werden 20 bis 30 Jahre vor ihrer Fertilitätsphase geboren, und das Gebärverhalten richtet sich nach sehr langfristigen kulturellen Veränderungen.

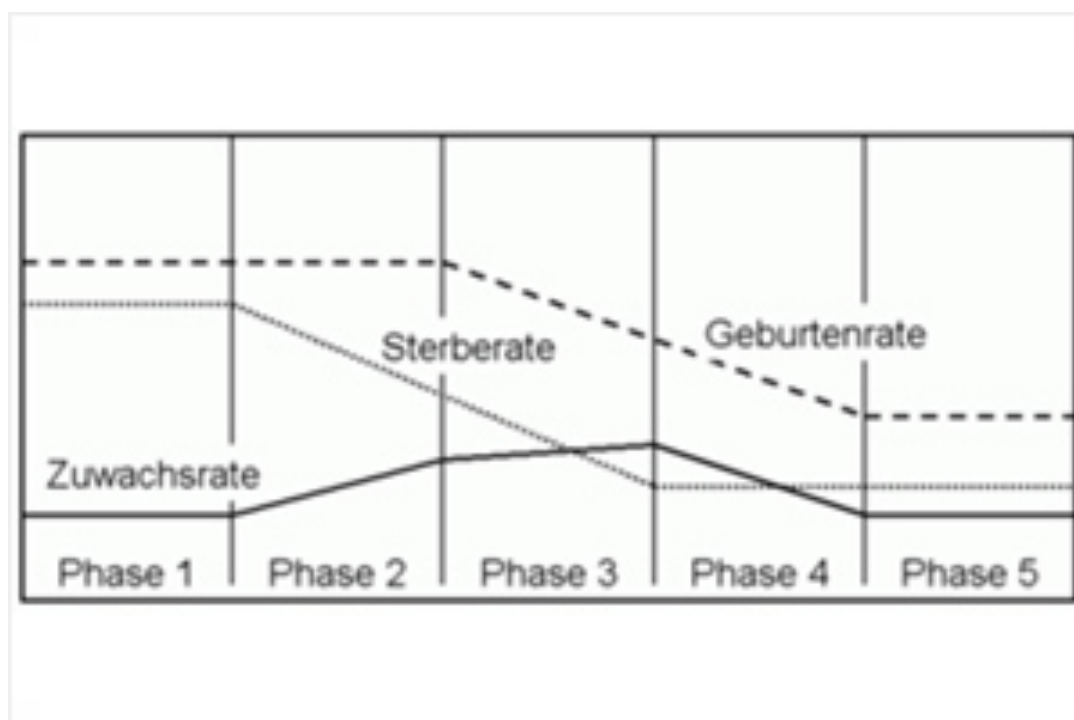


Abb. 12: Fünf-Phasen-Modell des demografischen Übergangs.
Quelle Grafik: Wikimedia Commons.

Der „demographische Sprung“ verläuft in allen Ländern sehr ähnlich: Ab einer gewissen Wohlstands-entwicklung verringert sich die Kinderzahl rapide. Selbst Krisenphasen oder Kriege können an einem gewissen Wohlstandsniveau die Kinderzahl pro Frau nicht mehr erhöhen (eher im Gegenteil, wie zahlreiche historische Beispiele aus der Neuzeit zeigen). Dabei läuft die Sterberate, besonders die Kindersterblichkeit, der Gesamtentwicklung voraus. Dieser Prozess ist in praktisch allen Ländern der Welt dokumentierbar und verläuft nach einem ähnlichen Schema.

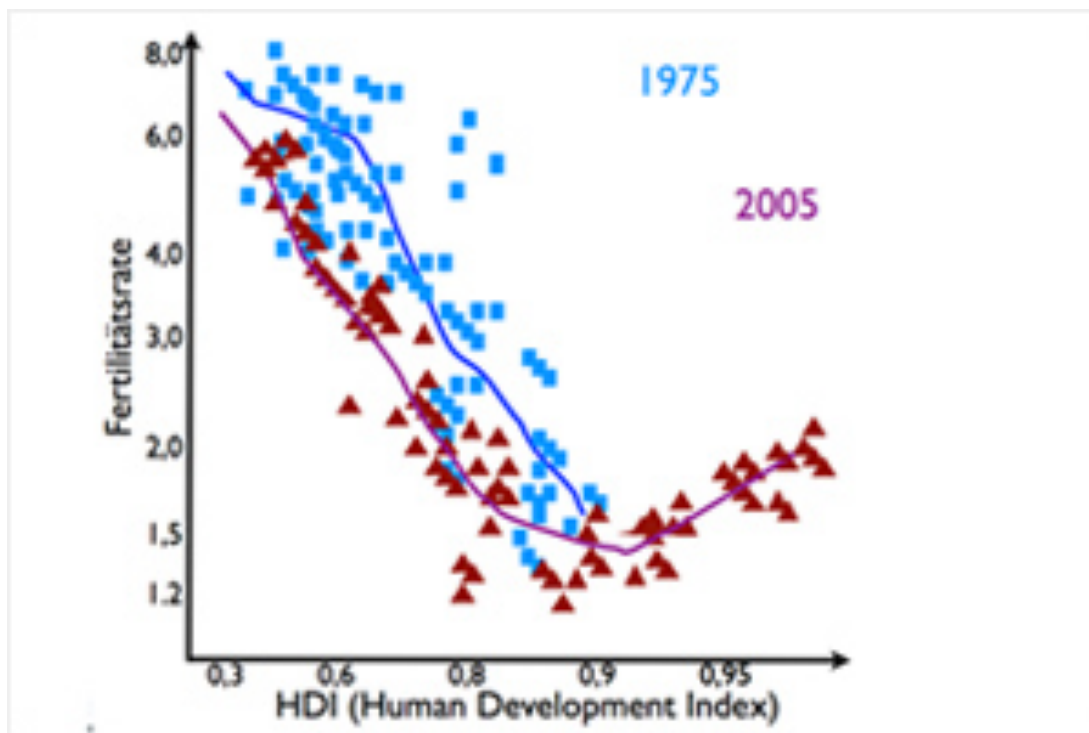


Abb. 13: Fertilitätsrate und Human Development Index.
Quelle Grafik: Matthias Horx.

Mit der Weiterentwicklung der sozio-kulturellen Verhältnisse steigt die Geburtenrate normalerweise wieder an, wenn sie zuvor unter die Reproduktionsrate gefallen ist. Denn nun führen Reformen des Geschlechterverhältnisse, Bereitstellung von Kindergärten/ Horten/ Ganztagschulen, Varianzen in der Zeitplanung/ im Männerverhalten etc. zu einer höheren Fertilität als unter den Bedingungen, die während des demographischen Sprungs herrschten.

Der HDI misst neben dem materiellen Wohlstand und dem Gesundheitszustand auch die Qualität der staatlichen Kinderbetreuung und die „Emanzipation“ (Zugang der Frauen zum Arbeitsmarkt etc.). Es zeigt sich, dass mit weiterem Ansteigen des HDI auch die Geburtenrate wieder ansteigt. In fast allen hochentwickelten Ländern ist die Geburtenrate zunächst sehr tief gefallen, um sich nach Reformen wieder nach oben zu bewegen.

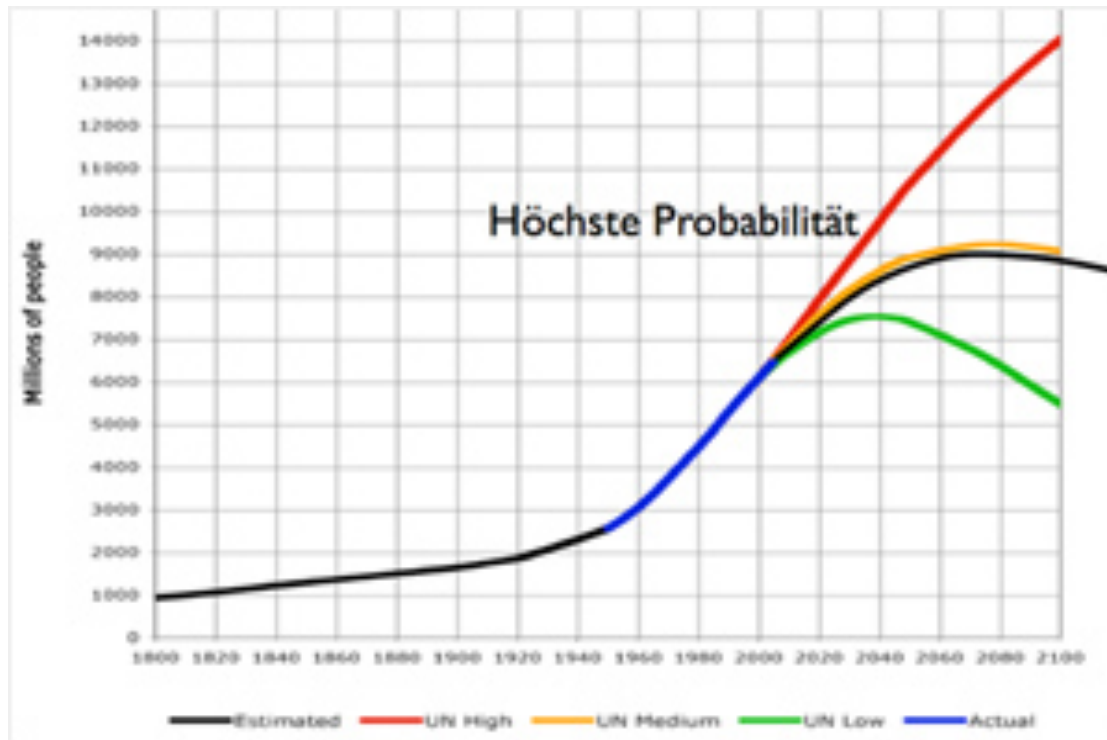


Abb. 14: Prognosen zur Entwicklung der Weltbevölkerung.
Quelle Grafik: Matthias Horx.

Auch für die Entwicklung der Weltbevölkerung haben wir heute sehr valide Modelle. Durch die weitaus bessere Datenlage²¹ kennen wir heute den genauen Bevölkerungsentwicklungs-Verlauf incl. Geburten/Sterberate in fast allen Ländern der Erde.

Wir können hier also die Parameter bestimmen, die der Prognose zugrunde liegen, und die Konditionen, unter denen eine Entwicklung in eine bestimmte Richtung geht. Deshalb werden die Prognosen für die Welt-Bevölkerungsentwicklung immer genauer – sie nähern sich ständig der „mittleren Probabilitätslinie“ an (vgl. Abb. 15).

Die prognostische Grenzlinie

Systeme lassen sich etwa nach folgender Aufteilung in ihrer Prognostizierbarkeit beurteilen:

Die waagerechte Achse markiert die Komplexität des Systems. Komplexität bedeutet Binnendifferenzierung: Organisation auf vielen Ebenen, kausale Wechselbeziehungen zwischen den Komponenten. Die senkrechte Achse repräsentiert die Datenmenge, die das System produziert (die Rückkopplungen von Teilergebnissen ins System). Die „Voraussagbarkeitsgrenze“ verläuft in einer Kurve zwischen den chemischen, mechanischen, physikalisch dominierten Systemen und den komplexen Systemen. Sie durchschneidet die „sozialen Systeme“, um die wir uns in der systemischen Zukunftsforschung ganz besonders kümmern wollen

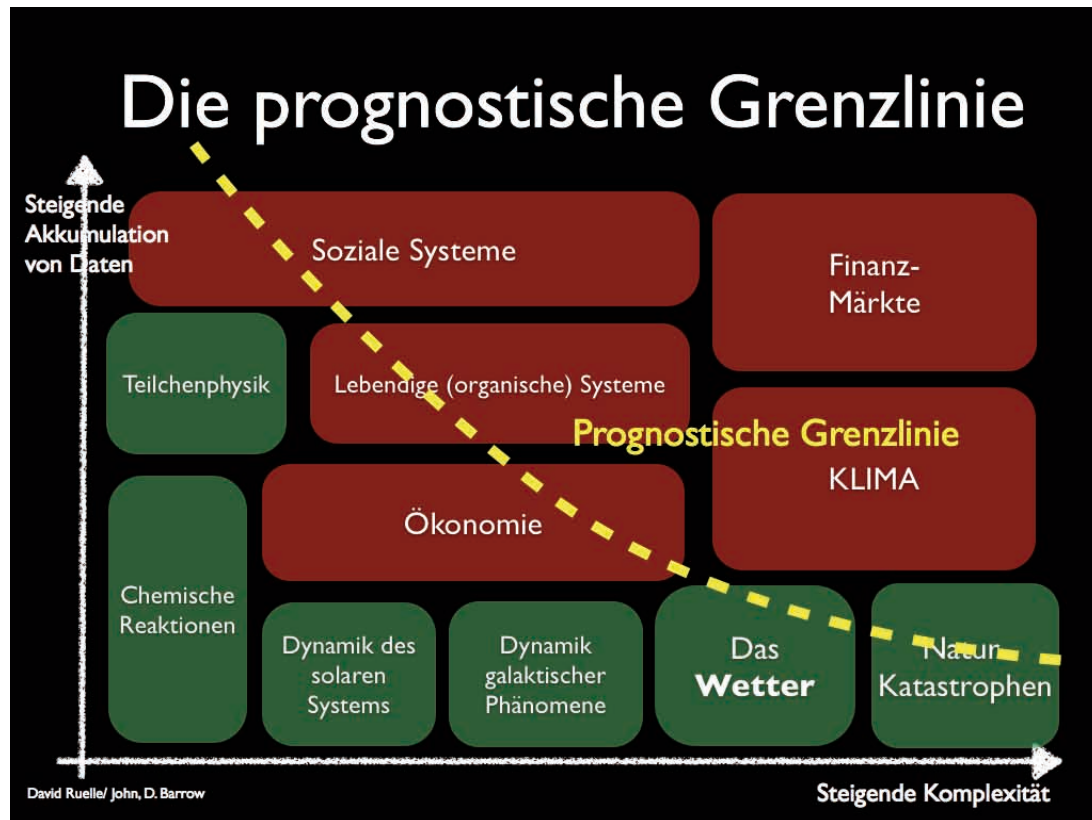


Abb. 15: Die prognostische Grenzlinie.

Quelle Grafik: Matthias Horx.

Die „Kleine-Welt- Theorie“

Das Kleine-Welt-Phänomen (small world phenomenon) wurde vom Psychologen Stanley Milgram 1967 so benannt²². Es wurde ursprünglich als „Sechs-Personen-Theorem“ bekannt. Die Annahme: Jeder Mensch ist auf der Welt mit jedem anderen über eine überraschend kurze Kette von sechs Bekanntschaftsbeziehungen verbunden. Aber diese direkte Vernetzung entsteht nicht durch die tatsächliche Dichte der Vernetzung – also dadurch, dass jeder mit jedem vernetzt wäre. Die Vernetzung „sucht“ sich vielmehr ihren Weg durch die wenigen vorhandenen Verbindungen. Es handelt sich also im eigentlichen Sinne um Abkürzungen in teilvernetzten Systemen.

In der Systemforschung sind Kleine-Welt-Netzwerke diejenigen Systeme, die eine „ausgewogene Vernetzungskonfiguration“ aufweisen. Sie sind weder „übervernetzt“ (jeder Punkt ist mit jedem verbunden) noch nur zufällig und lose vernetzt. Erst durch diese Systemkonfiguration wird stabile Komplexität ermöglicht. Das Verhältnis zwischen Zentralität und Dezentralität ist ausgewogen. Solche „idealen“ komplexen Systeme weisen eine Mischform zwischen Vernetzung und Entkoppelung auf. Es gibt ihnen „Teilautonomien“, die aber trotzdem in kohärente Strukturen eingebunden sind.

Das menschliche Gehirn z.B. ist ein klassisches „Small World Network“. Die Speichersysteme der unterschiedlichen Hirnregionen können schnell „ausgelesen“ und prozessiert werden, weil die Informationen über ca. 20 Knotenpunkte laufen. Olaf Sporns und seine Kollegen von der Indiana University haben in ihrer Arbeit zur Simulation eines Gehirns nachgewiesen, wie die typischen „Arbeitsmuster“ eines Gehirns nur in einer solchen Kleine-Welt-Struktur entstehen können. Sind die Neuronen nur mit ihren direkten Nachbarn verbunden, entsteht nur ein punktuelles Aufflackern von Aktivität. Sind alle Neuronen miteinander verbunden, wechselt das virtuelle Gehirn zwischen zwei Zuständen hin und her, bei denen fast alle Zellen aktiv oder inaktiv sind. Differenzierte Muster, die den echten Hirnaktivitäten ähneln, entstehen erst durch eine Mischung aus kurzen und langen Verbindungen.²³

Feedback-Schleifen

Bei einer Operation sollte man zuallererst immer auf den Anästhesisten hören. Wenn er einen Fehler macht, verstirbt der Patient, während die Leistung des Chirurgen oft „unklar“ bleibt. Es gibt wenige „mittelmässige“ Anästhesisten. Ein Neurologe hingegen, oder ein Röntgenologe, „macht selten etwas falsch“ weil die Konsequenzen seiner Handlungen nicht unmittelbar wirksam werden.

Feedback-Schleifen sind für die Vitalität (oder Adaptivität) eines Systems von entscheidender Bedeutung. Menschen, die keinen Schmerz empfinden, geraten in grosse Gesundheitsprobleme. Gesellschaftssysteme ohne Feedback von den Bürgern, sprich Demokratie, neigen zur Volatilität. Der Bankberater, der seinen Bonus sicher hat, wird früher oder später seine Kunden über den Tisch ziehen. Wenn Kinder keine Antwort erfahren – ein Ja, aber auch ein Nein – entstehen keine ganzheitlichen Individuen. Durch die Analyse von Feedback-Schleifen lässt sich echte (robuste) von scheinbarer (fragiler) Komplexität unterscheiden. Komplexität ohne Feedback ist meist nur „kompliziert“; viele Elemente, grosses Durcheinander. Erst die Wirksamkeit der inneren und äusseren Feedback-Schleifen bringen Ordnungen in Systeme.

Die Krise Europas zeigt, wie wichtig effektive Rückkopplungs-Schleifen für die Stabilität ökonomisch-politischer Systeme sind. Die europäischen Länder sind sehr unterschiedlich, und auf vielfältige Weise vernetzt. Das Regelsystem Europas verfügt jedoch über zu wenig „Real-Feedback“. So konnten einzelne Länder Schulden machen, ohne dass dies unmittelbare Konsequenzen hatte, und diese Schulden, ähnlich wie die Banken, der (europäischen) Allgemeinheit aufbürden. Das „Brüssel-System“ ist zu wenig demokratisch legitimiert. Europa wird seine inneren Regelkreise und Rückkopplungs-Systeme neu erfinden müssen, um eine Zukunft als Entität zu haben.

An welchem Punkt sind komplexe Systeme nicht mehr in der Lage, ihre ständigen Adaptions-Leistungen zu vollbringen? Und wie können wir stabile von instabilen, robuste (oder resiliente) von fragilen Systemen unterscheiden? Diese Fragestellung ist entscheidend für die Prognostizierbarkeit von Komplexität. Im folgenden schildern wir Regeln, die Systeme daran hindern, in einen Zustand der instabilen Kritikalität zu geraten. Es geht in der prognostischen Systemforschung vor allem um die Frage, ob wir es mit einem robust-adaptiven Systemcharakter zu tun haben – oder eben nicht.

Die Komplexitäts-Dissonanz (Complexity mismatch)

Eine der klassischen Ursachen für Krisen in komplexen Systemen ist das so genannte „complexity mismatch“. Dahinter steht eine Grundregel:

Ein Regelungs-System muss mindestens genauso komplex sein wie das System, das es regelt, um die Stabilität des Gesamt-Systems zu garantieren.

Komplexe Systeme haben viele unterschiedliche Akteure, die miteinander in Widerspruch geraten können und müssen. Wenn die Subsysteme allerdings ein völliges „Eigenleben“ zu führen beginnen, wird sich das System über kurz oder lang auf einer niedrigeren Komplexitätsstufe neu konfigurieren.

Auch hier finden wir zahlreiche Analogien in Biologie und Ökonomie.²⁴ Die Entwicklung der Gehirne hat sich synchron zur Binnendifferenzierung von Organismen entwickelt. Waren Gehirne zunächst einfache Zellbündelungen, die rudimentäre Koordinationsfunktionen übernahmen, wuchsen sie in komplexen Organismen zu „Multisteuerungen“ heran, die schliesslich auch Wünsche, Träume und Emotionen ermöglichen. Für alle Organismen gilt, dass Größe und Format der Gehirne den (adaptiven) Aufgaben des Körpers entsprechen.

Jäger- und Sammler-Gesellschaften entwickeln nur eine relativ einfache Koordinations-Funktion: Den Häuptling oder Schamanen. Erst in Überschuss-Gesellschaften entstehen Macht-Hierarchien, die allerdings, wenn sie zu stark hierarchisch (imperial) werden, wieder zum Zerfall der Gesellschaft führten.

Auch in komplexen Unternehmen gilt, dass die Führung entscheidend ist. Wenn aber alles nur durch Führung entsteht, verliert das Unternehmen seine Dynamik. Es wird kopflastig, und dadurch wird die Motivation der Mitarbeiter zerstört.. Entscheidend ist immer die angemessene Komplexitäts-Balance zwischen Autonomie (der Teilsysteme) und Koordination der Führung.²⁵

Beim Atomunglück von Fukushima waren nicht nur die technischen Systeme unterkomplex gegenüber einem Erdbeben der Stärke 9 und einem 8-Meter-Tsunami. Auch die Management-Systeme stellten sich als überfordert heraus. Im Krisenstab der Betreiberfirma Tepco herrschte das „Gesichtswahrungs-Prinzip“. Der Top-Manager von Tepco verabschiedete sich gleich nach dem Unglück mit einem Nervenzusammenbruch in eine Klinik. In Katastrophenfällen braucht man jedoch eine handlungsfähige Kommandostruktur.

In Sozialsystemen lässt sich der „complexity mismatch“ am Gefälle zwischen der realen und der eigentlichen Bedürftigkeit ermessen. Reine Verteilungssysteme operieren unterkomplex, weil sie nur Geld umverteilen statt das, worauf es wirklich ankommt: Sozialkompetenz, Kommunikationsfähigkeit, Inklusion...

Das Vielfalts-Gesetz: Law of Requisite Variety

Das „Gesetz der erforderlichen Variabilität“ („Law of Requisite Variety“) bildet eine weitere Stabilitäts-Variable komplexer Systeme. Es lässt sich auch als „Störungstoleranz“ bezeichnen. Familien zum Beispiel sind komplexe soziale Gebilde, die aus vielen Balancen, Unausgewogenheiten und Interdependenzen zusammengesetzt sind. Sie bleiben lebendig, weil in ihrem Inneren ständig Umwälzungen stattfinden – Aufstände, Rebellionen, Machtverschiebungen, Missverständnisse, Streits, Versöhnungen. Ist all dies nicht der Fall, entstehen „Zombie-Familien“, in denen sich die Neurosen verfestigen.

Stellen wir uns eine Fabrik vor, in der alle Teile perfekt funktionieren. Alle Maschinen, Handlungen und Menschen, sind 100prozentig aufeinander abgestimmt. Eine solche Fabrik hätte einen gewaltigen Output, wenn sie „richtig“ laufen würde. Allerdings käme im Falle eines auch nur geringsten Versagens — der Fehlfunktion eines Ventils, der Krankheit eines Arbeiters — die ganze Produktion zum Stillstand. Eine solche Fabrik würde niemals in die Produktion gehen, weil es niemals gelingen kann, ein komple-

xes System komplett fehlerfrei zu „fahren“. Entscheidend für die Funktionsfähigkeit sind vielmehr die Variablen in den Teilsystemen, die mit Störungen möglichst schnell und effektiv umgehen. Dies gelingt nur, wenn diese Systeme eine hohe (Teil-) Autonomie aufweisen.

Ein gutes Studienobjekt für innere Differenzierung bieten „High-reliability organizations“ (HROs). Gemeint sind Organisationen wie Militär, Katastrophenhilfe oder die Feuerwehr, die in unübersichtlichen und stets wechselnden Krisenumfeldern operieren, aber hierarchische Strukturen aufweisen. Die Organisationsforscher Karl E. Weick und Kathleen M. Sutcliff untersuchten in „Managing the Unexpected“ die Adaptivität dieser Organisationen²⁶. Karl E. Weick hat schon 1996 mit seiner Untersuchung von Feuerwehr-Desastern in den USA²⁷ die Grundlagen für eine Variabilitäts-Theorie der Praxis gelegt. Bei zwei Waldbränden in den USA, 1949 in Mann Gulch, 1994 in Glenwood Springs, kamen 27 Feuerwehrleute ums Leben, weil sie von der explosionsartigen Ausbreitung des Feuers überrascht wurden, vor allem aber, weil sie der Aufforderung „Drop your tools!“ nicht nachkamen. Sie starben mit ihren Motorsägen in den Händen, so nah an sicherem Gelände, dass sie ohne Geräte die entscheidenden Minuten schneller gewesen wären. Hier stellt sich die Problematik des Ent-lernens.

Effektive High-reliability organizations zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Hohe Interaktionsgrade von vielen eigenständigen Agenten innerhalb des Systems.
- Vielfältige Rückkopplungs-Schleifen („feedback loops“), mit denen die Teile des Systems kommunizieren.
- Eine mehrschichtige („multilevel“) Organisation, die auch ungewöhnliche Szenarien in die Planung einbezieht.
- Kontinuierliche Anpassungsoperationen an veränderte Umweltbedingungen („adaptive flow“)
- die Nichtexistenz eines konstanten Gleichgewichts (Erstarrungsvermeidung).
- Ständige Produktion und Ausweitung von Nischen.

Adaptive komplexe Systeme sind trotz aller Strukturen „chaotisch“ (oder „chaordisch“, ein Kunstwort aus „Chaos“ und „Ordnung“). Sie ähneln eher einem Termitenbau als einer ägyptischen Pyramide, eher einem Sumpf als einer aufgeräumten Tischoberfläche. Adaptive, komplexe Systeme „arbeiten“ irgendwo im Zwischenbereich zwischen Ordnung und Chaos. Das macht sie nur „konditional prediktiv“: Wir können zwar sagen, dass sie überleben werden. Aber nicht genau wie.

Fragility of Interdependence - das Problem der Übervernetzung

Vernetzung, so die allgemeine generelle Annahme, ist prinzipiell „gut“ im Sinne der System-Stabilität. Aber dies gilt keineswegs für alle Systeme und nicht in allen Umständen. Henri Poincaré bewies bereits, dass Systeme, die nur auf wenigen Komponenten bestehen, aber mit „starken Wirkungen“ verbunden sind, zu hohen Graden von Instabilität neigen (n-Körper-Problem)²⁸. Dies führt uns zum Problem der Übersynchronisation. Damit lassen sich viele Störungs- und Krisenphänomene auf neue Weise erklären (Depression zum Beispiel erweist sich systemisch als eine Über-Kopplung der neuronalen Netzwerk-Strukturen).

Der Systemforscher Alessandro Vesignani hat jene Systeme erforscht, die durch einen Mangel an innerer Variabilität zur „Gleichschaltung“ neigen.²⁹ Bei solchen Systemen ist es generell unmöglich, das

Verhalten des Gesamtsystems vom Verhalten einzelner Komponenten zu unterscheiden. Katastrophen und Versagen breiten sich schockwellenartig aus, Fehlfunktionen „infizieren“ die anderen Teile des Systems.

In der Studie „Catastrophic cascade of failures in interdependent networks“³⁰ schildern die Autoren u.a. die „Ansteckung“, mit der von der Mafia regierte Müllkippen in Süditalien schliesslich das ganze Müll-System Italiens infizierte. In „Networks of Economic Market Interdependence and Systemic Risk“ beschreiben die Wissenschaftler diese Ansteckungsprozesse für die Finanzmärkte – und erklären daraus die Finanzkrise von 2008 als Über-Synchronisations-Phänomen.³¹

In seinem Buch „Adapt“ beschreibt der System-Ökonom Tim Harford, wie die amerikanische Bush-Administration den Irak mit einer systemischen Fehlannahme an den Rand eines verheerenden Bürgerkrieges führte.³² Der „Kriegsherr“ Donald Rumsfeld glaubte, durch die totale Verfügbarmachung von Information und zentralen Generalstabs-Entscheidungen „alles unter Kontrolle“ zu bekommen. Harford zeigt auf, wie flexible Strategien mit autonomen Entscheidungskompetenzen „im Feld“ ungleich effektiver gegenüber dem zentralistischen Modell sind.

Adaptiv und resilient, das heisst „zukunftsfähig“, sind also Systeme, die folgende drei Bedingungen erfüllen:

- 1: Genügende innere Varianz und Vielfalt; höhere Autonomie einzelner Systembestandteile
- 2: Genügend Rückkopplungs-Elemente der einzelnen Systemeinheiten.
- 3: Offene Systemarchitektur, die allzu schnelle und „zwangsweise“ Rückkopplungsphänomene verhindert.

²⁰ Mayr, Ernst: Das ist Biologie. Die Wissenschaft des Lebens, Heidelberg 2000, S. 403.

²¹ Vgl. z.B. die Website <http://www.gapminder.org/> (zuletzt aufgerufen am 11.4.2012).

²² Milgram, Stanley: The Small World Problem, in: Psychology Today (1967), S. 60–67.

²³ Sporns, Olaf/ Chialvo, Dante/ Kaiser, Marcus/ Hilgeta, Claus: Organization, development and function of complex brain networks, in: Trends in Cognitive Sciences (2004), Nr. 9, S. 418-425.

²⁴ Claussen, Jens Christian und Traulsen, Arne: Cyclic Dominance and Biodiversity in Well-Mixed Populations, in: Physical Review Letters (2008), Nr. 5.

²⁵ Gebauer, Annette und Kiel-Dixon, Ursula: Das Nein zur eigenen Wahrnehmung organisieren. High Reliability Organizing in Extremsituationen, in: Organisationsentwicklung (2009), Nr. 3, S. 40-49.

²⁶ Weick, Karl und Sutcliff, Kathleen: Managing the Unexpected. Assuring High Performance in an Age of Complexity. New York 2001.

²⁷ Weick, Karl: Drop your tools. An allegory for organizational studies, in: Administrative Science Quarterly (1996), Nr. 41, S. 301-313.

²⁸ Poincaré, Henri: Sur l'équilibre d'une masse fluide animée d'un mouvement de rotation. In: Acta Mathematica 7 (1885), S. 259–380.

²⁹ Vespignani, Alessandro: Complex networks. The fragility of interdependency, in: Nature, (2010), Nr. 464, S. 984-985.

³⁰ Buldyrev, Sergey/ Parshani, Roni/ Paul, Gerald/ Stanley, H. Eugene/ Havlin, Shlomo: Catastrophic cascade of failures in interdependent networks, in: Nature (2010), Nr. 464, S. 1025-1028.

³¹ Harmon, Dion/ Stacey, Blake/ Bar-Yam, Yavni/ Bar-Yam, Yaneer: Networks of Economic Market Interdependence and Systemic Risk (16.11.2010), <http://arxiv.org/pdf/1011.3707>: (Stand: 12.4.2012).

³² Harford, Tim: Adapt. Why Success Always Starts with Failure. New York 2011.

Kognitionspsychologie

Die integrierte Prognostik benötigt zu ihrer Weiterentwicklung ein Achse der kritischen Selbst-Reflexion. Denn trotz aller analytischer Sorgfalt und wissenschaftlicher Präzision sind Systembildungen (die zu Prognosen führen können) immer von psychologischen Verzerrungsmechanismen geprägt.

Nach Platon ist Wissen „wahre, gerechtfertigte Meinung“³³. Dabei kommt es auf drei Faktoren an: Daten, Kontext und die daraus folgende „richtige“ Meinung.

Mit den Mitteln der Systemtheorie lassen Daten und Kontext in einen strukturierten Zusammenhang bringen. Was aber bedeutet „richtige Meinung“? Um uns einer Antwort zu nähern, müssen wir uns mit den Verzerrungen der „Wahrnehmung und Begutachtung“ beschäftigen, die das menschliche Gehirn (oder das menschliche Kollektiv) ständig vornimmt. Im Zentrum steht hier die „Bias-Theorie“, oder die von Daniel Kahnemann begründete Wissenschaft der Verhaltensökonomie oder „prospect theory“.³⁴

1. Der Kontext- oder Linearitäts-Irrtum

Der häufigste Prognosefehler entsteht durch die Tendenz zur linearen Modellbildung, mit der wir Entwicklungen von der Vergangenheit in die Gegenwart „nach vorne verlängern“, ohne den systemischen Kontext zu berücksichtigen. Man nennt dies auch die „Ceteris-Paribus-Falle“ („Wobei die übrigen Dinge gleich bleiben“).

Menschen neigen zu linearen Verlängerungen von Trends im Sinne eindeutiger mathematischer Reihen. Wenn der (lineare) Verlauf von A nach B bekannt ist, neigt man automatisch zu C als wahrscheinlichstem Zukunfts-Zustand.

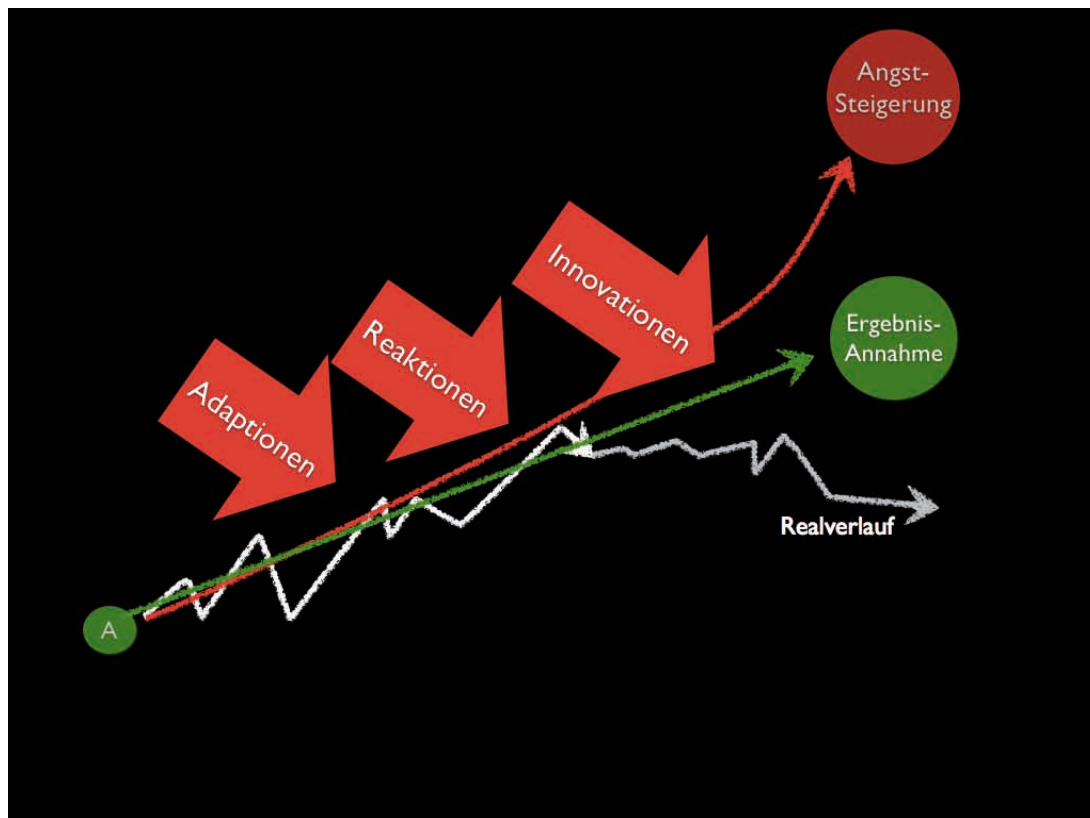


Abb. 16: Der Linearitäts-Irrtum.

Quelle Grafik: Matthias Horx.

Ausgeblendet werden die Variablen auf dem Weg von B nach C. Diese bestehen in Reaktionen und Adaptionen, die auf dem Weg von B nach C entstehen – ökonomischen, sozialen, politischen Veränderungen, Handlungs-Aktivierungen, neuen Erkenntnissen, und Veränderungen des Umfelds, in dem der (scheinbare) Trend stattfindet. Die Wahrscheinlichkeit „that the Trend will bend“ wird ignoriert. Das Modell wird dadurch unterkomplex.

Warum neigen wir zu diesem Fehler? Unsere Aufmerksamkeit ist begrenzt. Wir haben, wie Daniel Kahnemann es in seinem Schlüsselwerk „Thinking Fast and Slow“ formuliert, eine „limited capacity of attention“³⁵. Die beiden „Modi“ unseres Gehirns – Kahnemann nennt sie „System 1“ und „System 2“ – die über unsere Urteile entscheiden, arbeiten in konträrer Weise. System Eins ist unser „Spontan-Gehirn“, mit dem wir instinktiv unsere Umgebung nach Gefahren, Entwicklungen, Vorteilen, Möglichkeiten scannen. Dieses System läuft „heuristisch“, das heißt, es errechnet Wahrscheinlichkeiten aus abgelagerten Erfahrungen und Emotionen, wobei es nicht auf Präzision, sondern auf die Ermöglichung von Reaktionen ankommt. System 2 hingegen ist das in langen, mühsamen Prozessen trainierte Rational-Gehirn, das durch kulturelle Überformung entstanden ist. System 2 ist leicht erschöpfbar. Das hat einen durchaus physischen Aspekt: Kognitive Operationen im rationalen Gehirn, vor allem im präfrontalen Kortex, haben einen sehr hohen Energieverbrauch, sie führen zu schnellem Abfall des Glukose-Spiegels in den Gehirnzellen. Deshalb bekommen wir beim angestregten Denken leicht „Kopfweg“ und können konzentrierte Geistesarbeit allenfalls 20 Minuten durchhalten, bevor wir wieder eine Pause machen müssen. Ein Effekt, den man auch ego depletion – Ich-Erschöpfung – nennt.³⁶

2. Hindsight Bias: Der „Ich-habs-immer-schon-gewusst-Effekt“

„Die Idee, dass die Zukunft unvorhersagbar ist, wird jeden Tag durch die fixe Idee widerlegt, dass die Vergangenheit erklärt wurde“, schreibt Daniel Kahnemann schlitzohrig in „Thinking fast and slow“. ³⁷ Die Hindsight-Bias lässt sich auf eine einzige Formel bringen: Menschen gleichen die Erinnerung über ihre Prognosen an den realen Ausgang an.

Zur Bankenkrise 2008 gab es mehrere Bücher auf dem Markt, die einen Crash der Märkte prognostizierten, und einige kamen den realen Ereignissen durchaus nahe. Die Anzahl derer, die im Nachhinein behaupten, sie hätten es damals schon gewusst, geht allerdings in ein Vieltausendfaches.

Eine weitere Variante der Hindsight-Bias ist der „Selektionsirrtum“ oder Pygmalion-Effekt: Robert Rosenthal Versuche in den 60er Jahren zeigen, wie die Vorstellung einer Person die Beurteilung dieser Person programmieren. ³⁸ Durch Tests wurden (angeblich) Hochbegabte in der jeweiligen Klasse identifiziert. Dies wurde den Lehrern mitgeteilt. Nach einem Jahr hatten die rein zufällig ausgewählten Schüler tatsächlich ihre Leistungen stark verbessert, weil sie von ihren Lehrern anders „gespiegelt“ wurden. Auf dieser Weise entstehen klassische Self-fulfilling-prophecy-Systeme.

Oder der Halo-Effekt: In seinem gleichnamigen Buch schildert Phillip Rosenzweig, wie der „Heiligenschein“-Effekt uns die Illusion vermittelt, bestimmte Erfolge wären bestimmten Personen und ihren Eigenschaften (allein) zuzuschreiben. ³⁹ Erfolgreiche Börsenanalysten gelten als Zauberer, auch wenn ihre Erfolge auf Zufall beruhen. Manager „managen“ keine Erfolge, sie sind oft nur zur richtigen Zeit am richtigen Ort –und machen keine entscheidenden Fehler – werden aber als „Übermenschen“ anerkannt. Halo-Effekte, die bestimmten Personen Sympathien übermässig zuordnen, führen auf längere Sicht zu fürchterlichen Fehlern, weil Manager (oder auch Politiker) eben auch Fehler machen.

3. Der Vergleichsirrtum

Sie fahren auf einer Autobahn brav im moderaten Tempo auf der rechten Spur. Und ärgern sich, dass unentwegt jemand auf der linken Spur davonrast. Ist doch klar: „Auf den Autobahnen herrscht nackter Sozialdarwinismus!“ – „Niemand hält sich mehr an die Regeln!“ – „Wir leben in einer unglaublich brutalen Überholgesellschaft!“ Ein klassischer Vergleichsirrtum, der aus der Diskrepanz zwischen Ihrer subjektiven Wahrnehmung und dem realen Systemverlauf beruht. Von den tausend Autos, die brav auf der rechten Spur fahren, sehen Sie nämlich nur zwei: Ihren Vordermann und ihren Hintermann. Die wenigen Raser auf der linken Spur sind jedoch das signifikante Andere, dass in unserem Gehirn eine starke Dissonanz markiert. Wir nehmen die Ausnahme als das Ganze und basteln uns daraus einen Trend, der unsere Welthaltung, unsere Ideologie, bestärkt.

Sie gehen regelmässig in ein Fitnessstudio. Es ist deprimierend. Warum sind alle anderen immer fitter? Auch hier liegen die Tücken in der Wahrnehmungs-Statistik. Im Studio treffen sie mit höherer statistischer Wahrscheinlichkeit auf diejenigen Mitglieder, die häufig trainieren. Weil diese häufiger an den Geräten turnen, sind sie eben fitter!

Warum ist der Euro ein Teuro? Weil das Subjekt als Kunde immer selektiv vergleicht. Dass Sie den Riesen-Flachbildschirm für ein Drittel des Preises von vor drei Jahren bekommen haben, dass der italienische Wein nur noch halb so viel kostet als vor zehn Jahren, selektieren sie gegenüber der Wahr-

nehmung aus, dass der Cappuccino nach einer Renovierung ihres Kaffeehauses nun 50 Cent mehr kostet. Wenn ihr Einkommen nicht steigt, wie das bei immer mehr Transferempfängern oder Festangestellten die Regel ist, verstärkt sich diese Wahrnehmung. Die Wahrnehmung von Teuro sagt also mehr über die Probleme mangelnder Aufwärts-Mobilität aus als über die objektive Preisentwicklung.

4. Die Verfügbarkeits-Verzerrung: Availability bias

Wenn unser Gehirn versucht, Phänomene einzuordnen (Muster zu erkennen), greift es immer auf bekannte Bilder zurück. Ganz oben auf unserem Gedächtnis-Stapel, und damit leichter abrufbar, liegen die drastischen Bilder, die sich besonders stark ins Gedächtnis eingebrannt haben. Katastrophen. Sensationen. Skandale.

Zum Beispiel ist doch völlig klar, dass Politiker häufiger untreu sind, korrupter agieren und häufiger ihre Ehepartner betrügen, als andere Menschen und Berufe! Als „innerer Beweis“ für diese Aussage dienen Bilder von Berlusconi und Strauss-Kahn. In Wahrheit ist es jedoch umgekehrt: Politiker arbeiten extrem lang und stehen ständig unter Kontrolle, was ihr Sexual- und Korruptionswesen eher behindert. Wer hat weniger illegales Putzpersonal zu Hause beschäftigt? Politiker oder ganz normale Angestellte? Natürlich Politiker. Eine illegale Putzfrau wäre das sichere Ende ihrer Karriere. Für den mittleren Angestellten ist die Schwarzarbeiterin für 6,50 in der Stunde ein Luxus, für den sich kaum jemand interessiert.

Die Wahrscheinlichkeit, durch Fliegen zu Schaden zu kommen, oder durch Busfahren oder U-Bahnfahren, ist durch die Anschläge vom 11. September kaum merklich gestiegen. Sie liegen im 0,0000x-Bereich. Aber immer wenn wir ein Flugzeug besteigen, rufen wir automatisch die Bilder der Flugzeuge, die ins World Trade Center rasen, aus den Gedächtnisspeichern ab. Die Verfügbarkeits-Verzerrung führt zu einer generellen Überbetonung von Risiken in Zukunfts-Modellen. Der Kommunikationsberater Peter Metzinger: „So überschätzen wir systematisch das Risiko, durch einen Flugzeugabsturz, Bombenattentat, Autounfall oder Mord umzukommen. Und wir unterschätzen das Risiko, durch weniger sensationelle Arten zu sterben wie Diabetes oder Herzinfarkt, also das, was wir beeinflussen können. Unser Gehirn denkt dramatisch, nicht quantitativ!“

5. Confirmation bias - Die Ausblendung der anderen Meinung

„Man hat nicht das Gefühl, etwas sei richtig, weil es wahr ist, sondern man glaubt, es sei wahr, weil es sich richtig anfühlt,“ formulierte William Morris⁴⁰. „Confirmation Bias“ benennt jenen Effekt, bei dem Menschen alle Informationen, die ihren Überzeugungen widersprechen, ausblenden, um weiter die Konformität ihrer Meinungen genießen zu können.

Haben Sie schon einmal versucht, dem guten, alten Freund, der seit ihrer gemeinsamen Jugend immer noch dem Cannabis zuneigte, eine Studie zu zeigen, in der nachgewiesen wurde (irgendwie haben wir es geahnt) dass Cannabiskonsum die Leistung des Gehirns schädigt und die Wahrscheinlichkeit für Demenz drastisch erhöht? Wahrscheinlich würden Sie das gar nicht erst versuchen. Wenn man Gegnern und Befürworter des freien Waffenbesitzes Studien und Gutachten vorlegt, die mit guten Argumenten teils für, teils gegen den Waffenbesitz sprechen, streiten die Anhänger der jeweiligen Meinung den Gegen-Studien immer jede Relevanz ab. Grundsätzlich werden die Autoren als unseriös dar-

gestellt, der das Medium, in dem die jeweilige Studie erschienen ist, abgewertet. Dieser Selektionsprozess ist in einer Gruppensituation noch verstärkt.

„Confirmation Bias“ erklärt auch die Begrenztheit von manchen kollektiven Techniken der Zukunftsforschung. Das „Crowd Predicting“ scheitert oftmals daran, dass sich die Vor-Urteile über Zukunftsverläufe durch die Rückkopplungs-Technik von Delphi-Prozessen noch verstärkt. Besonders gilt dies, wenn der Kreis der Befragten aus „Fachleuten“ oder „Experten“ besteht. Und wenn die Ergebnisse einer Prognose während der Abstimmung veröffentlicht werden. Dann bilden sich ganz schnell „Opportunistuntunnel“.

Überzeugungen sind lebensgeschichtlich teuer: Sie brauchen Zeit und Aufwand, sich kulturell und individuell-mental zu verfestigen. Gleichzeitig bilden sie einen wesentlichen Teil eines emotionalen Verständigungssystems in kleinen und mittleren Gruppen. Verwirrung macht uns angreifbar, dissidentes Denken macht uns zu Außenseitern. Deshalb präferieren wir konsensuale (Glaubens-)Systeme.

6. Die Expertenverzerrung

Paul Meehl, ein amerikanischer Gesundheits-Statistiker und Psychoanalytiker, wollte wissen, was besser ist: Expertenprognose oder formale Mathematik. In einer grossen Meta-Studie, die Meehl sein „disturbing little book“ nannte, liess er ein mathematisches Algorithmenprogramm gegen trainierte Fachleute antreten. Es ging um die Fähigkeiten von Nachwuchs-Studenten. Oder die Rückfallquote von Strafgefangenen. Oder der Erfolg von Pilotenanwärtern. Meehl liess für jeden dieser Fälle ein einfaches Modell bauen, eine Voraussage-System, dass auf drei, vier Schlüsselfakten basierte. Bei den Pilotenanwärtern etwa die Abschlussnoten, den Gesundheitsbericht, einige Faktoren aus dem Privatleben. Bei den Strafgefangenen medizinische Daten, plus einige Eckpfeiler aus der kriminellen Biographie. Und liess dann Experten gegen diese simplen Muster antreten. Psychologen. Kriminalfachleute. Ausbildungsspezialisten.

Die Formel erzeugte im Schnitt eine deutlich zutreffendere Prognose als die Fachleute. In allen Test. In allen Fällen. Die Studien wurden später ausgeweitet: Auf die Lebenserwartung von Krebspatienten. Die Diagnose von Herzkrankheiten. Die Wahrscheinlichkeit für frühen Kindstod. Die kommenden Fussballergebnisse. Die Preise von Weinen in der Zukunft. Immer lagen einfache Algorithmen besser als die Expertenmeinung.

Begründen lässt sich dies nicht mit der Klugheit des Algorithmus, sondern mit der Verzerrung der Experten. Alle untersuchten Systeme waren „niederkausale Systeme“, das heisst, ihr Zufallsfaktor war relativ hoch. Dass ein simpler Algorithmus die Experten schlug, lag schlicht daran, dass die Experten zu clever sein wollten. „Sie versuchen“ sagte Meehl, „krampfhaft ‚outside the box‘ zu denken, mit besonders komplexen Überlegungen. Aber in vielen Fällen und Systemen sind einfache Überlegungen besser. In vielen Fällen ist es besser, subjektive Einschätzung einer einfachen Formel unterzuordnen.“⁴¹

7. Der Nostalgieirrtum: Die Verzerrung der Vergangenheit

Die meisten unserer Vermutungen über die Zukunft entstehen aus einem Vergangenheits- Gegenwarts-Vergleich, den wir in die Zukunft verlängern. Wir „kleben“ also an die bisherige Entwicklung (be-

ziehungsweise was wir dafür halten) ein Stück in Richtung Zukunft an. Das Problem ist nur, dass wir nicht die „wahre“ Vergangenheit mit der realen Zukunft vergleichen. Sondern ein idealisiertes Gestern mit einem selektiven Heute. Wir erinnern uns kaum an den Zahnarzt, der vor 30 Jahren tief in den Zahnschmelz bohrte, ohne Betäubung und mit grimmigem Strafgesicht. Stattdessen erinnern wir uns gerne daran, wie schön und harmonisch damals Weihnachtsfeste verliefen (diese Erinnerung sitzt tief in unserem limbischen Gehirn, als Mem von Enspannung, Geborgenheit und Sicherheit). Nie gab es Streit. Immer war es festlich. Unentwegt lag Schnee.

Auch diese Wahrnehmungs-Selektion hat einen evolutionären Sinn: Sie soll uns vor Traumatisierungen und Depressionen schützen, die aus negativen Erinnerungen stammen können. Umgekehrt stärken sie jedoch die Immer-Schlechter-These. Früher war alles besser! Die Ehen. Die Liebe. Die Werte. Die Moral. Die Solidarität. In Wahrheit sucht sich unsere Erinnerung nur die Rosinen aus dem Vergangenheitskuchen.

8. Priming-, Ankerungs- und Fahrstuhleffekt

Menschen sind bei Urteilen enorm empfindlich gegenüber „Priming“-Effekten. Das sind zufällige Informationen, die unbewusst im Gehirn als Kriterium für Entscheidungen genommen werden, obwohl sie mit der Entscheidung eigentlich nichts zu tun haben. Richter, die auf Schildern vor dem Gerichtssaal die Zahl „8“ gezeigt bekamen, verurteilten Delinquenten zu Haftstrafen zwischen 7 und 9 Jahren, auch wenn das Delikt eher eine fünfjährige Strafe verdient hätte.⁴²

Mit dem Fahrstuhleffekt benennt man unsere Neigung, die Kriterien für Erfolg ständig nach oben anzupassen, wenn sich die Situation verbessert. Wenn in den letzten fünf Jahren die Arbeitslosigkeit von zehn auf fünf Prozent gesunken ist, wird eine im nächsten Jahr auftretende Arbeitslosigkeit von sechs Prozent als katastrophal wahrgenommen. Wenn das Wachstum in China zehn Prozent beträgt, schreiben die Zeitungen sofort von „Tiefer Krise der chinesischen Wirtschaft“, wenn das Wachstum „nur“ noch acht Prozent beträgt. Wenn Frauen in der Ehe kaum noch geschlagen werden, werden solche Delikte zu Riesenschlagzeilen, auch wenn sie vor Jahrzehnten alltäglich waren.

Damit wird automatisch jede Verbesserung in unserer emotionalen Wahrnehmung zu einem Verlust. Wenn weniger Morde geschehen, erscheinen die verbleibenden Morde grausamer. Wenn es weniger Arme gibt, gibt es ja auch mehr Wohlhabende, und dann ist Armut ein umso größerer Skandal! Diese Normheraufsetzung wird auch „Fahrstuhl-Effekt“ genannt.

9. Die Verlust-Aversion

Menschen haben zumeist mehr Angst vor dem Verlust des bereits Erreichten, als sie die Möglichkeiten für einen Gewinn wertschätzen. Verlust schmerzt mehr, als Gewinn wohl tut⁴³. Dies bedeutet auch: Menschen ziehen einen kleinen sicheren Gewinn einer grossen Chance vor. Sie präferieren „auf Halten Spielen“ vor „Chancen wahrnehmen“.

An sich könnte dieser konservative Effekt der Aversion gegen Verluste durchaus heilsam sein. Wenn etwa alle Akteure im Bankenwesen ihm folgen würden, wäre es nie zu den Finanz-Turbulenzen der vergangenen Jahre gekommen. Doch derselbe Effekt steuert falsche Börsen-Entscheidungen ebenso wie fatale Liebesentscheidungen. Er lässt uns am Vergangenen festhalten und uns vor der Zukunft fürch-

ten. Die Verlustaversion geht auch gerne eine Symbiose mit der Vermessenheitsverzerrung ein: Wir überschätzen ständig unsere eigenen Fähigkeiten und unseren Mut.

³³ Platon: Theaitetos. Platon: Sämtliche Werke. Band 2, Berlin 1940, S. 561-662.

³⁴ Kahnemann, Daniel/ Tversky, A.: Prospect theory. An analysis of Decision under Risk, in: *Econometrica* 47 (1979), S. 263-291.

Siehe auch: Kahnemann, Daniel/ Tversky, A: *Advances in prospect theory. Cumulative Representation of Uncertainty*. in: D. Kahneman und A. Tversky (Hrsg.): *Judgment under uncertainty. Heuristics and Biases*. Cambridge 1992.

³⁵ Kahnemann, Daniel: *Thinking Fast and Slow*. London 2011.

³⁶ Baumeister, R. F.; Bratslavsky, E.; Muraven, M.; Tice, D. M. (1998). "Ego Depletion: Is the Active Self a Limited Resource?". *Journal of Personality and Social Psychology* 74: 1252–1265.
doi:10.1037/0022-3514.74.5.1252.

³⁷ Kahnemann, Daniel: *Thinking Fast and Slow*. London 2011, S. 218.

³⁸ Rosenthal, Robert ; Jacobson, Lenore: *Pygmalion im Unterricht. Lehrererwartungen u. Intelligenz-entwicklung d. Schüler*. Weinheim/[Bergstr.], Berlin, Basel 1971.

³⁹ Rosenzweig, Phil: *Der Halo-Effekt. Wie Manager sich täuschen lassen*. Offenbach am Main 2008.

⁴⁰ Kahnemann, Daniel: *Thinking Fast and Slow*. London 2011.

⁴¹ Kahnemann, Daniel: *Thinking Fast and Slow*. London 2011, S.223.

⁴² Kahnemann, Daniel: *Thinking Fast and Slow*. London 2011.

⁴³ Kahnemann, Daniel: *Thinking Fast and Slow*. London 2011, S. 280 ff.

Evolutionstheorie

Teleologie versus Teleonomie

Was die Evolutionstheorie für die Zukunftsforschung interessant macht, ist weniger die biologische Theorie an sich, sondern das philosophische Paradigma, das dahinter steht. Ausschlaggebend für den Erfolg der Evolutionsbiologie in der Ausweitung auf andere wissenschaftliche Bereiche ist das Konzept der „Teleonomie“. Im Gegensatz zur Teleologie, die besagt, dass Phänomene der Gegenwart auf ein bestimmtes Ziel in der Zukunft hin ausgerichtet sind, steht die Teleonomie für eine rein faktische, wertfreie Entwicklung in der Gegenwart, die nicht ziel-intendiert ist. Der Philosoph Franz Wuketits definiert Teleonomie folgendermaßen:

*"... Ausdruck für Strukturen, Funktionen, Verhaltensweisen mit systemerhaltendem (arterhaltendem) Charakter. Im Bereich des Lebenden sind Vorgänge in diesem Sinne zweckmäßig, aber nicht ziel-intendiert. Teleonomie bedeutet, dass sich Lebenserscheinungen auf der Basis eines in der Evolution allmählich herausgebildeten genetischen Programms vollziehen."*⁴⁴

Was überlebt, ist also nicht das normativ „Bessere“, das qua Schicksal zum Überleben „bestimmt“ ist, sondern das, was sich durchsetzt. Tautologisch könnte man das Prinzip der Teleonomie in der Evolution so formulieren: Was überlebt, überlebt.

Die Evolutionstheorie bietet insofern also einen weiteren wichtigen Baustein der integrierten Prognostik. In der ständigen Erweiterung des Evolutionsbegriffes (Richard Dawkins, Desmond Morris, Matt Ridley, Stephen Pinker, Geoffrey F. Miller. e.a.) wird immer deutlicher, dass sich nicht nur dieses Paradigma, sondern auch einzelne Mechanismen der Evolutionstheorie auch auf menschliche Systeme (Politik, Ökonomie, Sozio-Ökonomie) übertragen lassen. Variation, Mutation und Auslese lassen sich zumindest metaphorisch analogisieren. Diese Mechanismen geben uns damit Hinweise für das wahrscheinliche Zukunfts-Verhalten von Menschen in bestimmten gesellschaftlichen Kontexten.

Es wäre allerdings falsch, anzunehmen, dass die Evolutionstheorie ein einfaches prediktives Tool sein könnte. Denn sie verbindet auf geradezu archetypische Weise Zufall mit Wirkung. Organismen entstehen im Laufe der Evolution stets stochastisch: Wohin sich evolutionäre Pfade und Konzepte bewegen, lässt sich niemals im Vorneherein bestimmen, weil solche Pfade immer als spontane Reaktionen auf Umweltangebote und Knappheiten entstehen. Der teleonomische Charakter der Evolutionstheorie immunisiert sie also nicht nur gegen Missbrauch durch sozialdarwinistische Vorstellungen („Der ‚Bessere‘ ist ‚zum Überleben bestimmt‘“), sondern macht sie auch zu einem sinnvollen Instrument für die realistische Wahrnehmung der Zukunft.

Evolution lässt sich also beschreiben als:

„Bedingt adaptiv“: In der Entwicklung der Arten greift eine „Erfindung“ in die andere; Organe, Sinnesorgane, Gehirne etc. werden immer wieder variiert und angepasst. Dabei funktioniert der Genpool

aller Arten wie eine Art Baukastensystem, der sich immer wieder rekombiniert (Wale waren einst Landtiere, im Menschen sind viele Elemente anderer Tierarten etc.).

Nur rekursiv lesbar: Evolution ergibt immer „rückwärts“ einen Sinn, sie lässt sich auf gemeinsame Genome und Archetypen rückverfolgen. Sie funktioniert nach einem „carving-out“-Prinzip: Das, was überlebt und sich durchsetzt, entsteht nur dadurch, dass anderes ausstirbt (und evolutionär Platz schafft).

Irreversibel: Neuere Erkenntnisse der Evolutionsbiologen zeigen auf, dass Evolution entgegen früherer Annahmen niemals „rückwärts laufen“ kann. "Evolution of increased complexity in a molecular machine".⁴⁵ Mutationen in Gencodes komplexerer Organismen blockieren ursprüngliche DNA-Ketten, es gibt also so etwas wie einen „molekularen Fortschritt“: Evolution unterliegt einem Gesetz irreduzibler Komplexität. Daraus ergibt sich die Vermutung: Evolution kann nur nach vorne verlaufen, in noch höhere Komplexität.

Das Technolution-Modell: Ein praktikables evolutionäres Vorhersage-Modell

Das TECHNOLUTION-Modell ist der Versuch, technische Entwicklung mithilfe eines evolutionär-systemischen Ansatzes besser prognostizierbar zu machen. Dabei geht es NICHT um die Vorhersage technischer Erfindungen (Durchbrüche, Patente, Verfahren). Sondern um eine Adaptions-Prognose heute bereits erkennbarer Verfahren/Artefakte/Techniken⁴⁶.

Ausgangspunkt des neuen, komplexeren Modells ist die Erkenntnis, dass die Entwicklung von Technologien bislang zumeist in linearer Weise gesehen wurde. Technik wird als Akkumulation und Akzeleration von Erfindungen und technischen Durchbrüchen verstanden. Das Technolution-Modell definiert den Technischen Prozess hingegen als einen Mutations-Selektionsprozess, wobei der menschliche Kultur die Auslese/-Umweltfunktion obliegt.

Technik „evolviert“, so die Grund-Annahme, in humanen „Umwelten“, die von Bedürfnissen, Knappheiten, existentiellen Nöten und Wünschen geprägt sind. Techniken sind Letztendes „Umweltbewältigungs-Strategien“ in Form von Artefakten, wobei dieser Artefakte jedoch immer Infrastrukturen und Fähigkeiten sowie in den meisten Fällen Fertigkeiten (für Wartung und Unterhaltung) voraussetzen. Jede Technik benötigt auch eine Sozio-Technik– beide Entwicklungen sind ganzheitlich zu sehen.

Die sozialen Gebrauchsweisen und „Ablenkungen“ des technischen Pfades wurden bislang weder beschrieben noch systemisch in Technikprognosen integriert. Dem Technischen wurde vielmehr eine völlige Autonomie zugestanden bzw. unterstellt, nach dem Motto: „Was erfunden wird, wird sich auch am Markt durchsetzen.“



Abb. 17: Rasierapparate im Wandel der Zeit.

Quelle Grafik: Horx, Matthias: Technolution. Wie unsere Zukunft sich entwickelt. Frankfurt am Main 2008.

Technische Artefakte weisen eine ähnliche Form-Evolution wie Organismen auf, wobei sich in ihrem Formwandel die Gebrauchslogik und die graduelle Verbesserung / Verfeinerung zeigen.

Nebenstehend das Beispiel der Rasierapparate, deren Form sich adaptiv dem männlichen Kinn angleicht.

Im Gegensatz zu evolutionären „Bäumen“ weisen sich technologische Evolutions-Systeme durch eine stärkere Horizontalität aus. Darin spiegelt sich die Durchbruchlogik von Patenten, neuen Materialien oder Erfindungen, die schnell kopiert und damit fast in Echtzeit zu „Querschnitt-Technologien“ werden (anders als in der biologischen Evolution, wo sich die Wirkweisen der Organismen voneinander abspalten und über lange Zeit entwickeln).

Zur Technolution-Analyse gehören zwei Schritte. Zuerst definieren wir die TREIBER-Momente einer bestimmten Technologie/ Anwendung. Jede Technologie wird von fünf menschlichen Grund-Bedürfnissen bzw. Motiven angetrieben, die sowohl Motiv als auch Nachfrage ergeben (womit Investitionen in Forschung etc. entstehen):

Mobilität

Am Anfang waren wir alle Nomaden, und dieser Impuls ist tief in uns verankert. Mobilität ist aber MEHR als körperliche Bewegung. Sie ist immer auch das Versprechen höherer Autonomie. Sie ist Selbst-Entdeckung, Erzeugung von Differenz, Ent-ledigung von Abhängigkeiten.

Macht

Der Krieg ist ein Technologie-Treiber par excellence. Die ersten mechanischen „Großanwendungen“ in der Antike galten komplexen Schleudern und Wurfmechanismen (etwa den griechischen Torsionsferderkatapulten der hellenistischen Zeit, die 30-Pfund-Steine fast einen Kilometer weit schleudern konnten). Macht lässt sich aber auch als „Wirkungsmacht“ definieren.

Rationalisierung

Viele technische Entwicklungen haben ihren treibenden Faktor im Bedürfnis der Wirtschaft, ihre Produktionsmethoden zu verfeinern und effektiver zu machen.

Kontrolle

Die Kräfte der Natur zu kontrollieren und für die eigenen Zwecke nützlich zu machen ist schließlich ein weiteres elementares Motiv der Technik-Evolution. Stanislaw Lem:

„Im Grunde ist jede Technologie eine künstliche Verlängerung der natürlichen, allem Lebendigen angeborenen Tendenz, die Umwelt zu beherrschen oder ihr doch zumindest nicht im Kampf ums Dasein zu unterliegen. Diese Entwicklung setzt sich in der Technik fort, denn immer gilt: Gegen eine Technologie hilft nur eine andere Technologie.“

Status

Viele Techniken oder Artefakte weisen einen nicht zu unterschätzenden Status-Faktor auf, der wiederum in seine eigenen Funktions- und Fetisch-Aspekte zu zerlegen ist.

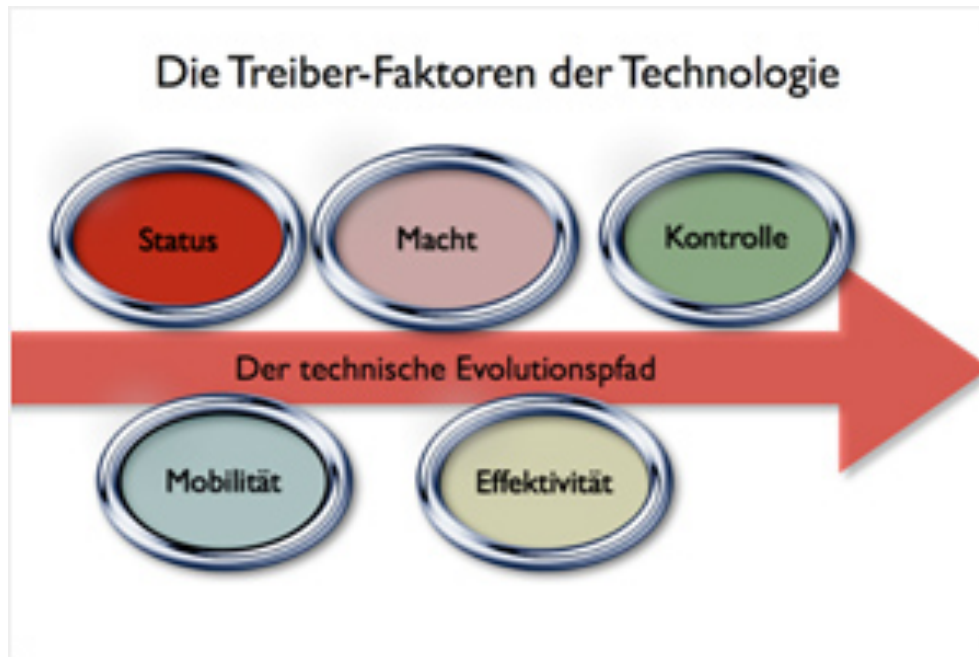


Abb. 18: Die Treiber-Faktoren der Technologie.

Quelle Grafik: Horx, Matthias: Technolution. Wie unsere Zukunft sich entwickelt. Frankfurt am Main 2008.

Dieser technische „Treiberpfad“ verläuft jedoch in der Wirklichkeit nicht gradlinig. Jede technologische Entwicklung wird von menschlichen Bedürfnissen „verformt“ und an ihre Zwecke angepasst. „Exaptation“ oder „Exaptation“ nennt sich diese „Verbiegung“ des technologischen Pfades durch den menschlichen Eigensinn.⁴⁷

Deshalb gilt es, im zweiten Schritt, die Auslese-Elemente zu analysieren, die sich gegenüber einer neuen Technik/Anwendung organisieren. Dies sind meist menschliche Motive, die dem evolutionären Pfad als „Distraktoren“ gegenüberstehen. Die Wichtigsten sind:

Soziale Beharrungskraft

Menschen sind Gewohnheitstiere. Wir haben bestimmte Handgriffe eingelernt, wie das Drücken einer Tür oder das Zählen von Münzen. Wir rechnen auch Jahre nach der Einführung des Euro noch mit der D-Mark. Wir drucken Emails aus, weil wir im Grunde nichts ernst nehmen, was nicht raschelt...

Systemische Beharrung

In der technologischen Gesellschaft wurden gewaltige Summen in Infrastrukturen investiert, die sich erst amortisieren müssen, bevor neue Infrastrukturen aufgebaut werden können. Diese Tatsache macht viele neue Technologien zunichte, weil alte Verfahren übermächtige Logistiken aufgebaut haben (Beispiel Verbrennungsmotor/Elektromobilität oder Schiene/Maglev).

Kontrollverlust-Angst

Technik macht uns stärker, schneller, unverwundbarer. Aber auch empfindlicher und abhängiger. Komplexe Technologie kann uns in demütigende, ja traumatische Erlebnisse versetzen.

Ethische Krisen

Und schließlich widerspricht Technologie immer wieder unseren humanen Grundkonstruktionen. Menschen aber suchen Verbesserungen des Gewohnten, nicht Überwindungen der Grenzen.

Komplexitätsverdruss

Viele Technologien haben einen problematischen Grenznutzen, weil der zu ihrer Beherrschung nötige kognitive Aufwand die Vorteile, die durch den Gebrauch entstehen, überschreiten.

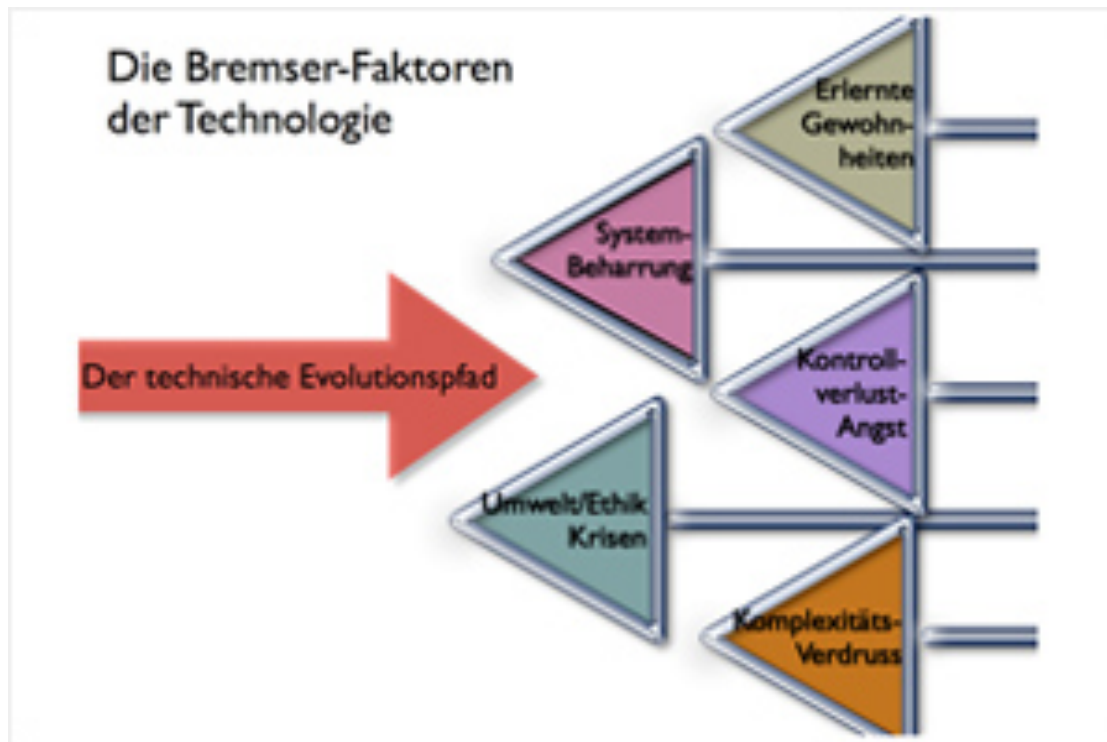


Abb. 19: Die Bremser-Faktoren der Technologie.

Quelle Grafik: Horx, Matthias: Technolution. Wie unsere Zukunft sich entwickelt. Frankfurt am Main 2008.

Aus diesem Bayes'schen Modell lassen sich nun qualifizierte Vermutungen über die Zukunfts-Entwicklungen von Technologien generieren. Wir können die einzelnen Treiber und „Bremser“ bewerten und validieren.



Abb. 20: Das Vier-Säulen-Modell.

Quelle Grafik: Horx, Matthias: Technolution. Wie unsere Zukunft sich entwickelt. Frankfurt am Main 2008.

In der ersten Spalte schätzen wir hier (am Beispiel der Technik „Touchscreen“) die Treiber- und Widerstands-Elemente auf einer Skala von minus 5 bis plus 4.

In der dritten Spalte wird die „Implementierungs-Fähigkeit“ der jeweiligen Technik gemessen. Ist sie leicht für den einzelnen Nutzer zugänglich? Lässt sie sich ausprobieren, hat sie einen unmittelbar erfahrbaren Vorteil (gegenüber alten Technologien), ist sie kompatibel mit alten Techniken, ist ihre (Nutzung-)Komplexität hoch oder niedrig, kann man sie „nach außen zeigen“?

Die vierte Spalte dient einer Phasenabschätzung: Wie weit ist die jeweilige Technik/Technologie bereits im Preis gefallen, hat sie eine kritische (Verkaufs-)Masse erreicht etc.

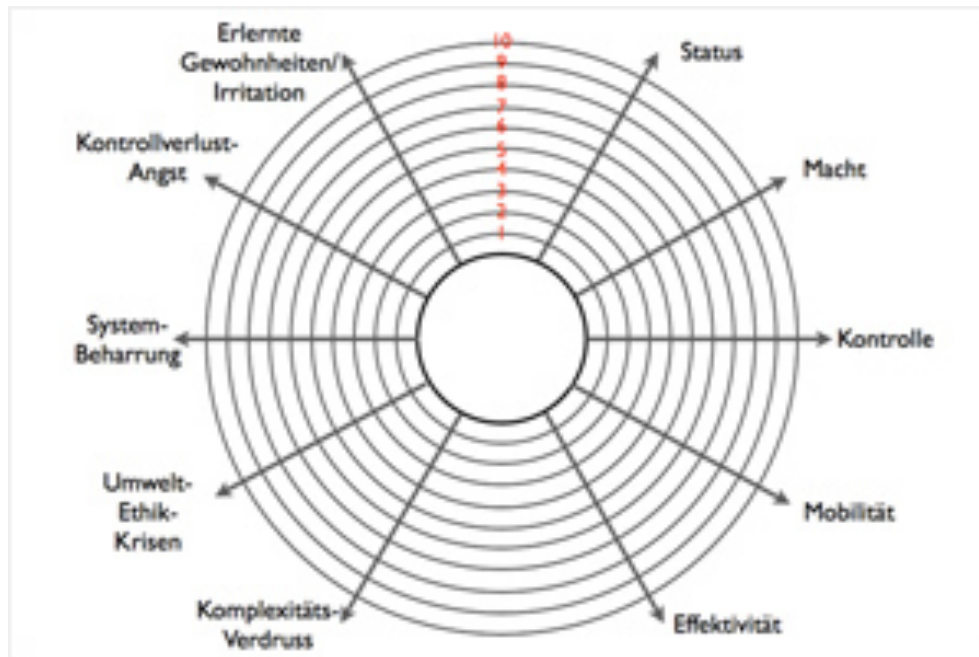


Abb. 21:Dynamik-Diagramm.

Quelle Grafik: Horx, Matthias: Technolution. Wie unsere Zukunft sich entwickelt. Frankfurt am Main 2008.

Eine Variante sind die „Dynamik-Diagramme“, die die treibenden und bremsenden Faktoren in Vektoren darstellen. Ausgangspunkt kann hier ein grafisches Modell der „Spinne“ sein.

Hier am Beispiel E-Book ein fertiges Diagramm in einer etwas anders gewichteten und mit Vektoren visualisierten Variante.

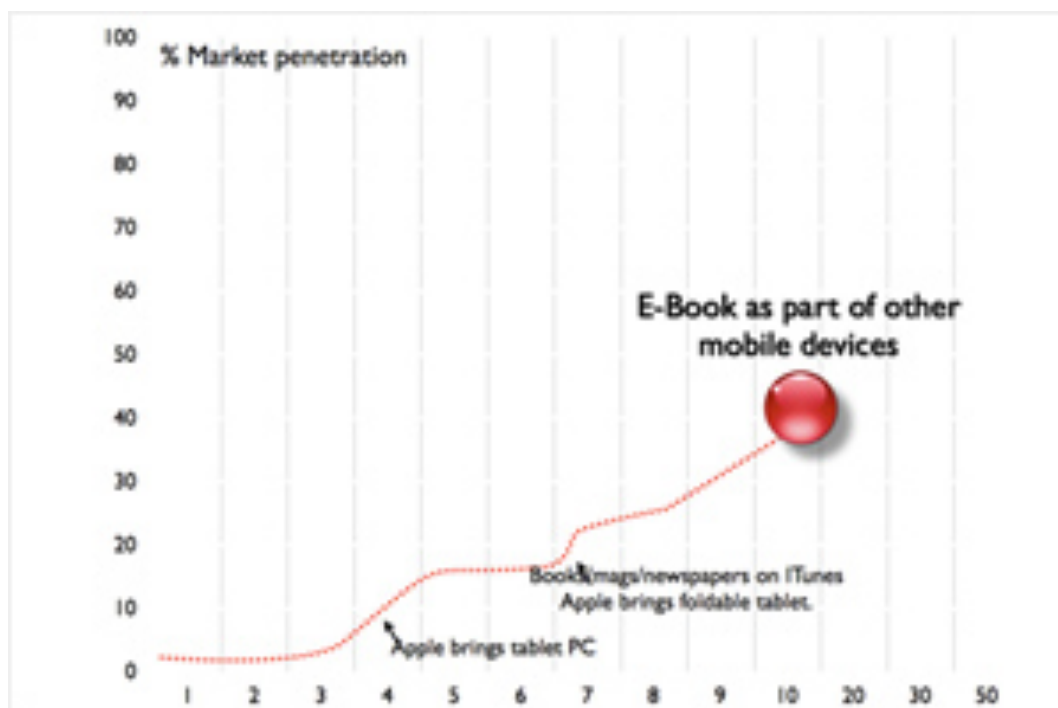


Abb. 22: Beispiel E-Book.

Quelle Grafik: Horx, Matthias: Technolution. Wie unsere Zukunft sich entwickelt. Frankfurt am Main 2008.

Hieraus ergeben sich schließlich zeitliche Verlaufsdiagramme zur Prognostik einer bestimmten Technologie, mit Bifurkationsmöglichkeiten und bestimmten Widerstands-Schwellen.

In der Praxis hat sich dieses System als praktikabler und valider herausgestellt als Delphi- und Technikfolgekosten-Verfahren herkömmlicher Prägung. Durch die ständige Weiterentwicklung und Erprobung des Systems lässt sich ein „selbstlernendes“ Werkzeug entwickeln, das sich als erstaunlich zuverlässiges Technik-Prognose-Modell erweist.

⁴⁴ Wuketits, Franz: Zustand und Bewusstsein. Hamburg 1985.

⁴⁵ Finnigan/ Hanson-Smith/ Stevens/ Thornton: Evolution of increased complexity in a molecular machine., in: Nature (2012), Nr. 481, S. 360–364.

⁴⁶ Vgl. Horx, Matthias: Technolution. Wie unsere Zukunft sich entwickelt. Frankfurt am Main 2008.

⁴⁷ Gould, Stephen Jay: Exaptation. A Crucial tool for Evolutionary Psychology, in: Journal of Social Issues 47 (1991), S. 43–65.

Zusammenfassung

Spiel-, System und Evolutionstheorie, sowie die „kontrollierend-rekursive“ Kognitionspsychologie bilden den zentralen Vierklang einer prognostischen Wissenschaft, die sich deutlich von den narrativen oder eher deskriptiven Verfahren der Vergangenheit unterscheidet. Dabei geht es um folgende aufeinander aufbauende Schritte:

1. Definition und Erfassung der (prognostischen) Fragestellung in Bayes'schen Probabilitäts-Kriterien. Handelt es sich z. B. um eine Event-Prognose oder eine Systemprognose?
2. Die Einordnung eines Phänomens in ein systemisches Raster, das die verschiedenen System-Varianten (linear, fraktal, emergent etc.) abbildet. Damit entsteht eine Grund-Diagnose der Prognostizierbarkeit.
3. Die Analyse der Akteure, Reaktoren, Vernetzungen, Feedbacks etc. des zu prognostizierenden Systems (Stabilitäts und Resilienzanalyse), daraus folgend Analyse von Robustheit/ Resilienz/ Adaptivität.
4. Das Erkennen und Beschreiben der (Spiel-)Dynamik in diesem System, unter Zuhilfenahme spieltheoretischer Erkenntnisse.

Mit der Kombination dieser Methoden sowie der Zuhilfenahme von massiven Daten-Generierungen gelingt es uns heute, die „prognostische Grenzlinie“ deutlich „nach oben“ zu verschieben. Dabei ist es jedoch unerlässlich, dass wir Kognitions-Psychologie selbstreflexiv als Korrektiv einsetzen, um die eigenen Projektions- und Bias-Phänomene zu kontrollieren.

In einem weiteren Schritt entwickelt sich aus der integrierten Prognostik die metakognitive Prognostik. Diese wirft einen Blick auf das Gesamtsystem der Prognostik im Sinne ihrer kommunikativen Wirkung. Prognosen, so die Grundthese, sind immer Kommunikationen der Gesellschaft, in der sich diese selbst evaluiert. Man könnte auch formulieren:

Niemand will in Wahrheit die Wirklichkeit über die Zukunft wissen.

Es sei denn, es dient einem (zu analysierenden) Zweck.