

Universität Stuttgart
Institut für Sozialwissenschaften
Abteilung Soziologie II
Veranstaltung: Einführung in die Technik und Umweltsoziologie
Dozent: Prof. Dr. Ortwin Renn
SoSe 2001

NORMALE KATASTROPHEN NACH CHARLES PERROW

abgegeben am: 2.07.2001

| | |
|--|----------|
| Einleitung | 3 |
| Was sind Störfälle und Unfälle? | 3 |
| Was ist ein Opfer? | 4 |
| Komponenten und Systemunfälle: | 4 |
| Lineare und komplexe Systeme: | 4 |
| Probleme der Erkennung und Bewältigung verborgener Interaktion: | 6 |
| Vorteil von linearen Systemen | 6 |
| Enge und lose Kopplung | 7 |
| Systemregenerierung nach einem Störfall | 7 |
| Literatur | 9 |

Normale Katastrophen

Im folgenden werde ich mich näher mit dem systemtheoretischen Konzept der normalen Katastrophen von Charles Perrow befassen. Ich möchte dabei relativ knapp die zentralen Elemente seiner Idee der Katastrophe als Normalfall von komplexen und gekoppelten Systemen darstellen.

Charles Perrow betrachtet Katastrophen, Stör- und Unfälle als etwas unvermeidbares. Sobald ein System einen gewissen Grad an Komplexität erreicht habe, seien Zwischenfälle unvermeidlich. Er wagt den Versuch, Katastrophen nicht auf individuelles menschliches Versagen zurückzuführen, sondern aus der Sache heraus zu erklären. Für ihn besteht ein Zusammenhang zwischen verschiedenen nicht zu vermeidenden Störungen, die in Interaktion mit anderen Störungen unvorhersehbare und unkontrollierbare Folgen haben. Diese Störungen sind normal und unproblematisch solange es sich um einfache lineare Systeme handelt. Sie entwickeln aber im Zusammenspiel mit anderen Komponenten eines Systems eine neue Eigendynamik.

Was sind Störfälle und Unfälle?

Zu Beginn teilt Perrow die Systeme in vier Ebenen mit unterschiedlichen Komplexitätsgraden auf: Teile, Einheiten, Subsysteme und System.

Störfälle und Unfälle ordnet er diesen vier Ebenen zu.

Störfälle:

Störungen und Schäden die auf den ersten zwei Ebenen, die er als Teile und Einheiten bezeichnet, auftreten, nennt er Störfälle. Diese können, müssen aber nicht, einen Totalausfall des Systems zu Folge haben. „Mit einem Störfall meinen wir den Schaden, der sich auf Teile oder eine Einheit beschränkt, unabhängig davon, ob er eine Störung des Systemablaufs zur Folge hat oder nicht.“ (Perrow: 1992: S.100)

Unfälle:

Schäden, die auf der Ebene der Subsysteme und auf der Systemebene, also auf der dritten und vierten Ebene auftreten, bezeichnet er als Unfälle. Diese führen zur völligen Unterbrechung des Funktionsablaufs, bzw. beeinträchtigen den Ablauf so stark, daß ein Weiterbetrieb unmöglich ist. „Ein Unfall ist ein Defekt in einem System oder einem seiner Subsysteme, der mehr als eine Einheit beschädigt und dadurch die gegenwärtige oder zukünftige Funktion des Systems stört.“ (Perrow: 1992: S.100)

Was ist ein Opfer?

Auch bei der Definition von Opfern nimmt er eine Unterteilung in vier Kategorien vor. Er spricht von Opfern ersten und zweiten Grades, wenn die Opfer direkt am Geschehen teilhaben. Das heißt, direkt am Unfall beteiligt sind und sich mehr oder weniger freiwillig dafür entschieden haben. Opfer ersten Grades sind die direkt Beteiligten, die sich freiwillig für ein bestimmtes Risiko entschieden haben. Als Beispiel wäre hier der Pilot eines Flugzeuges zu nennen, er entscheidet sich bewußt für das Risiko des fliegens, kann aber selbst aktiv Einfluß nehmen auf das Geschehen. Opfer zweiten Grades wären die Passagiere. Sie entscheiden auch mehr oder weniger freiwillig, in das Flugzeug einzusteigen und haben eine Vorstellung des Risikos, daß sie damit eingehen. Sie haben aber keine Kontrolle über die Situation. Opfer zweiten Grades können aber auch unfreiwillig beteiligt sein, sie sind sich aber auf jeden Fall über das Risiko bewußt.

Opfer dritten und vierten Grades sind Unbeteiligte, nicht direkt mit dem System verbundene. Ein Beispiel hierfür wären diejenigen, denen ein Flugzeug auf den Kopf fallen könnte. Sie haben keine Vorstellung über ihr Gefährdungspotential und keine Kontrolle über die Situation.

Die Opfer des vierten Grades sind nur indirekt betroffen. Das wären zum Beispiel noch ungeborene, von der Strahlung eines Reaktorunfalls entstellte Kinder. Die Opfer die ein Unfall in der nächsten Generation fordert.

Komponenten und Systemunfälle:

Die nächste Differenzierung, die er vornimmt sind Komponenten und Systemunfälle.

Als Komponentenunfall gilt der Ausfall eines Teilsystems, im Bereich der Teile Einheiten oder Subsysteme, der aber aufgrund des Betriebsablaufes vorhersehbar war bzw. ist. Es treten keine Wechselwirkungen mit anderen Komponenten auf. Systemunfälle dagegen sind gerade dadurch gekennzeichnet, daß seine Folgen nicht vorhersehbar sind und Wechselwirkungen mit anderen Komponenten auftreten.

Er unterscheidet diese beiden Arten von Unfällen vorallem an dem Kriterium, ob die Folgen für Konstrukteure und Bedienmannschaft vorhersehbar und durchschaubar sind oder nicht.

Lineare und komplexe Systeme:

Perrow differenziert die Systemunfälle nach den Systemen in denen sie auftreten. Dafür nimmt er eine Unterscheidung in Komplexe und Lineare Systeme vor.

Lineare Systeme:

Lineare Systeme sind gekennzeichnet durch einen klar strukturierten Ablauf, indem eine Vorgang nach dem anderen kommt. Wobei die Menge der Vorgänge keine Rolle für die Einordnung in komplex oder linear spielt. Hier treten wenige unvorhergesehene Interaktionen auf. Als Beispiel führt er eine Montageband an, welches beim Ausfall einer Maschine zwar die Teile auflaufen lässt, aber keine unvorhergesehenen Interaktionen auslöst.

Komplexe Systeme:

Komplexe Systeme sind durch eine „Common-Mode-Funktion“ gekennzeichnet. Das bedeutet, daß eine Komponente gleichzeitig mehrere Funktionen übernimmt. Die Folge die sich hieraus ergibt, ist, daß der Ausfall, einer so mit anderen Abläufen zusammenhängenden, Komponente eine Reihe von Folgestörungen auslöst bzw. auslösen kann. Ein Beispiel hierfür ist eine Heizvorrichtung die gleichzeitig als Wärmetauscher fungiert. Bei einem Ausfall werden zwei Funktionen nicht mehr erfüllt. Zwei weitere Indikatoren für komplexe Systeme sind indirekte Informationsquellen und eine enge Nachbarschaft der Aggregate.

So treten unvorhersehbare Wechselwirkungen auf, die Perrow als komplexe Interaktionen bezeichnet. Die Hauptmerkmale dieser komplexen Interaktionen sind Verzweigungen, Rückkopplungsschleifen und Sprünge von einer linearen zu einer anderen linearen Abfolge. Als lineare Interaktionen hingegen werden diejenigen Interaktionen bezeichnet, die durchschaubar und einfach strukturiert sind.

Konstrukteure versuchen Prozesse nach Möglichkeit linear zu halten, damit sie beherrschbar bleiben. Sie bauen Sicherheitsmaßnahmen ein, die verhindern sollen, daß es zu komplexen Interaktionen kommt. Allerdings kann beim Versagen einer solchen Sicherheitsvorrichtung, die selten zum Einsatz kommt, wieder eine Rückkopplungsschleife geschlossen werden, mit der die Operateure dann nicht mehr umgehen können. Sie gehen davon aus, daß das Problem behoben sei und durch das eventuelle Versagen des Sicherheitssystems wägen sie sich in falscher Sicherheit.

„Lineare Interaktionen treten im erwarteten und bekannten Betriebsablauf auf oder sind für den Operateur gut sichtbar, auch wenn sie außerplanmäßig vorkommen.“(Perrow: 1992: S.115)

„Komplexe Interaktionen sind entweder geplant, aber den Operateuren nicht vertraut, oder ungeplant und unerwartet, und sie sind für das Bedienungspersonal entweder nicht sichtbar oder nicht unmittelbar durchschaubar.“(Perrow: 1992: S.115)

Probleme der Erkennung und Bewältigung verborgener Interaktion:

Ein Hauptproblem von komplexen Systemen ist, daß sie nicht einfach durchschaubar sind. Es findet keine direkte Information statt. Die Operateure sind auf indirekte Informationsquellen wie Kontrollinstrumente, Warnlampen oder Computer angewiesen. Diese indirekte Informationsübermittlung stellt eine weitere Fehlerquelle dar, denn es ist für den Operateur in komplexen Systemen nicht mehr nachprüfbar, ob die Informationen richtig sind oder ob eine Fehlinformation vorliegt. Durch die eventuell auftretende Falschinformation der Kontrollsysteme kann es wiederum zu einer Fehlentscheidung des Operateurs kommen. So kann ein Fehler der Kontrollinstrumente zu einem Störfall führen, da der Operateur von anderen als den gegebenen Voraussetzungen ausgeht.

Die Konstrukteure stehen so vor dem Problem, daß sie dem Bedienenden auf der einen Seite soviel Informationen wie möglich zur Verfügung stellen müssen, aber ihn auf der anderen Seite auch nicht überfordern oder in die Irre führen dürfen. Es muß also immer die Entscheidung getroffen werden, ob man dem Operateur möglichst viel Einblick ins Geschehen gibt, so daß er rechtzeitig Gegenmaßnahmen ergreifen kann, oder ob man Szenarien durchspielt und der Technik eine Problemlösung auf der unteren Ebene überlässt, was zu weiteren Fehlern führen könnte. Gleichzeitig wird damit der Handlungsspielraum des Bedienenden eingeschränkt.

Die Frage die sich hier stellt ist, ob man die Systeme nicht vereinfachen, gewissermaßen entkomplexisieren kann? Auf diese Weise müsste man doch die Risiken die mit ihnen verbunden sind reduzieren können?

Die Konstrukteure versuchen dies auch. Beim Flugzeug ist dies insoweit gelungen, als man den störanfälligen Kolbenmotor durch einen Düsenantrieb ersetzt hat. Allerdings verleiteten solcherlei Verbesserungen auch zu einer Steigerung von Komplexität auf einem anderen Gebiet.

Vorteil von linearen Systemen

Lineare Systeme haben den Vorteil, daß keine Mehrfachfunktionen vorkommen. Hier gibt es die Möglichkeit verschiedene Komponenten zu trennen, so daß der Ausfall einzelner Elemente nicht gleich zum Totalausfall führt. Lineare Systeme benötigen keine hohe Spezialisierung der Operateure. Sie sind Generalisten die die Abläufe verstehen und durchschauen und gegebenenfalls korrigierend eingreifen können. Das Bedienpersonal ist leicht substituierbar. Das bringt dem System eine zusätzliche Flexibilität in der Problemlösung. Die hohe Substituierbarkeit einzelner führt auch zu einer schnelleren Systemregenerierung nach einem Unfall. Ein anderer kann die Aufgabe übernehmen.

Wenn also komplexe Systeme mit höheren Risiken verbunden sind als lineare Systeme, muß man sich die Frage stellen, ob man komplexe Systeme nicht in lineare Systeme umbauen kann. Dies wird auch versucht ist aber zum einen nicht bei allen Systemen möglich. Wenn ich an ein Flugzeug denke bei dem die Tragflächen die Mehrfachfunktion des Tankes und des Auftriebes übernehmen, so ist es für mich schwer vorstellbar diese Funktionen zu trennen. Komplexe Systeme sind effizienter, in der Zielerreichung, abgesehen von den Risiken sind sie den linearen Systemen in der Zielerreichung klar überlegen.

Enge und lose Kopplung

Die nächste Kategorie die Perrow einführt ist die der engen und der losen Kopplung. Diese Unterscheidung ist unabhängig von den Merkmalen linear oder komplex. Es kann also eng gekoppelte lineare, lose gekoppelte lineare als auch eng gekoppelte komplexe Systeme und lose gekoppelte komplexe Systeme geben.

Enge Kopplung:

Enge Kopplung bedeutet, daß es zwischen zwei Teilen die miteinander verbunden sind kein Spiel oder keinen Puffer gibt. Störfälle die in dem einen Teil auftreten haben so immer auch Auswirkungen auf das mit ihm gekoppelte Teil.

Lose Kopplung:

Von loser Kopplung spricht man wenn zwei Teile gepuffert sind, Spiel haben. Sie sind nicht direkt verbunden und damit auch nicht direkt abhängig voneinander. Je höher gekoppelt eine System ist, um so schneller und effizienter kann es arbeiten. Eine Just-in-Time Fertigung in der Autoindustrie wäre für mich ein gutes Beispiel für hohe Kopplung. Die Zulieferbetriebe müssen genau im richtigen Moment das richtige Teil an eine bestimmte Stelle liefern, sonst muß der Produktionsprozess gestoppt werden. Es gibt nur einen Weg zur Zielerreichung, dieser ist vorgegeben und kann nicht nach Bedarf oder bei einer Störung umgangen werden. Ein Flugzeug fliegt nur mit Kerosin. Ein Auto, daß normalerweise mit Super betankt wird fährt zur Not auch mal mit Normalbenzin.

Systemregenerierung nach einem Störfall

Da bei eng gekoppelten Systemen keine Substitution der Komponenten im Störfall möglich ist, müssen Puffer und Redundanzen von den Konstrukteuren mit eingeplant werden. Da in allen Systemen Schäden auftreten, aber hoch gekoppelte Systeme nur einen Weg zur Zielerreichung zulassen, sind sie im Schadensfall besonders stark betroffen. Unfälle sind unvermeidbar. Bei einem lose gekoppelten System gibt es immer noch irgendeine Möglichkeit den Schaden entweder zu beheben oder zu umgehen.

Es wird also klar, daß Unfälle und Katastrophen nicht in Einzelfällen und nur aufgrund von menschlichem Versagens auftreten. Sondern die Wahrscheinlichkeit eines Störfalls, der zu einem Unfall oder einer Katastrophe wird, steigt mit zunehmender Komplexität und Kopplung eines Systems. Je komplexer und je enger gekoppelt ein System ist, umso effizienter ist es auch. Aber in gleichem Maße steigt die Wahrscheinlichkeit eines unvermeidbaren Unfalls, der aufgrund der komplexen Interaktion der Komponenten nicht oder kaum beherrschbar ist. Katastrophen sind also normal, ihnen kann nur versucht werden durch Antizipation der möglichen Folgen in alle Richtungen entgegenzuwirken. Aufgrund der unvorhersehbaren Wechselwirkungen wird man sie aber nie sicher machen können. Wenn Unfälle aber unvermeidbar sind, muß man sich entscheiden bei welchem Nutzen man, welche Risiken, in Kauf nehmen will.

Literatur:

Perrow, Charles 1992: Komplexität, Kopplung und Katastrophe. In: Perrow, Charles (Hg.): Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik, S. 95-140, Frankfurt a.M.