

F

Georg Trogemann

ERDBEERSYSTEME –
ÜBER HUMANKOMMUNIKATION UND SOZIOTECHNISCHE
INTERFACES

0. Anknüpfung

De Ruiter¹ stellt zurecht fest, dass die Shannon/Weaversche Informationstheorie als technisches Kommunikationsmodell im Hinblick auf die Humankommunikation eine Reihe von Schwächen aufweist. Im Zentrum seines Beitrags steht der Vorschlag, Kommunikation aus der Sicht des Empfängers einer Nachricht zu definieren: »Communication is any behavior of a sender that results in changes in the mind of a receiver.« Das Modell, das De Ruiter auf dieser Basis entwickelt, hat verschiedene Vorteile (einheitliche Beschreibung der Zu- und Abnahme von Entropie, Definition und Quantifizierung von Störung, etc.) und sollte sich deshalb bei der Modellierung der Humankommunikation als sehr fruchtbar erweisen.

Der vorliegende Kommentar greift den Perspektivwechsel in de Ruiter's Modell auf und versucht, die Bedeutung des Standpunktes aus dem heraus ein Kommunikationsmodell entwickelt wird, allgemeiner zu beleuchten. Auch wenn de Ruiter's Modell Kommunikation aus der Perspektive des Empfängers beschreibt, liegt insgesamt eine externe Modellierung vor. Die Objektivität der Beschreibung wird dadurch sicher gestellt, dass der die Kommunikation beschreibende Beobachter nicht selbst Teil des Kommunikationsprozesses ist. So werden zum Beispiel wichtige Modellparameter (*relevant propositions* und *subjective probabilities*) wie im Shannonschen Kommunikationsmodell global definiert. Im folgenden werden verschiedene aus der Literatur bekannte Versuche, Kommunikation zu formalisieren, aus systemtheoretischer Sicht vorgestellt. Hierzu erfolgt eine Unterteilung der Kommunikation in die Bereiche *technische Kommunikation*, *Humankommunikation* und *soziotechnische Kommunikation*. Im Hinblick auf Interface-Fragenstellungen in der Mensch-Maschine-Kommunikation werden schließlich *Erdbeersysteme* vorgestellt, die als offene soziotechnische Systeme ihr Verhalten erst in Wechselwirkung mit dem Benutzer entfalten. Die Erdbeere als einzige Frucht, die ihre Kerne nach außen trägt, dient als Sinnbild für Systeme, die – ganz im Gegensatz zur Humankommunikation – in der Lage sind, ihr Inneres offen zu legen und ihre Benutzer dazu einladen, den Kern des Systems, d.h. seine Identität im Gebrauch zu verändern.

1 Jan Peter de Ruiter, *A quantitative model of 'Störung'*, im vorliegenden Band.

1. Technische Kommunikation

Nach Claude E. Shannon besteht das grundlegende Problem der technischen Kommunikation darin, an einer Stelle genau oder zumindest approximativ eine Nachricht wiederzugeben, die an einer anderen Stelle ausgewählt wurde. Insbesondere sind die semantischen Aspekte der Kommunikation für das von Shannon betrachtete Problem und dessen Lösung nicht von Bedeutung.

»The fundamental problem of communication is that of reproducing at one point either exactly or approximately a message selected at another point. Frequently the messages have *meaning*; that is they refer to or are correlated according to some system with certain physical or conceptual entities. These semantic aspects of communication are irrelevant to the engineering problem.«²

Das ursprünglich auf rein technische Applikationen abzielende Shannonsche Kommunikationsmodell wurde später in vielerlei Hinsicht erweitert und als allgemeine Definition von Kommunikation verwendet. Die erste erweiterte Interpretation der Shannonschen Theorie stammt von Warren Weaver und erschien im Jahr 1949, bereits ein Jahr nach Shannons Publikation der mathematischen Theorie der Kommunikation:

»The word communication will be used here in a very broad sense to include all of the procedures by which one mind may affect another. This, of course, involves not only written and oral speech, but also music, the pictorial arts, the theatre, the ballet, and in fact all human behavior. In some connections it may be desirable to use a still broader definition of communication, namely, one which include the procedures by means of which one mechanism (say automatic equipment to track an airplane and to compute its probable future positions) affects another mechanism (say a guided missile chasing the airplane).«³

Die umfassende Erweiterung des Anwendungs- und Interpretationsbereiches der Shannonschen Informationstheorie ist bis heute eine Quelle für Überbewertungen und Missdeutungen. In Kenntnis der ursprünglichen Absicht der Shannonschen Theorie, scheint es umso wichtiger, sich einige Voraussetzungen und Beschränkungen des Modells – aus heutiger Sicht – genau vor Augen zu führen:

– Objektivität der Beschreibung

Kommunikation wird im Shannonschen Informationsmodell extern durch einen Beobachter (Konstrukteur) modelliert. Objektivität wird sichergestellt, indem der Beobachter sich nicht selbst in seine Beobachtung einbezieht. Das Modell befolgt damit die strikte Forderung der Kybernetik erster Ordnung: »Die Eigenschaften des Beobachters dürfen nicht in die Beschreibung seiner Beobachtungen eingehen.«⁴ Der Beobachter ist nicht Teil der Kommunikation und auch nicht von der gleichen Struktur wie die Partizipanten der Kommunikation, d.h. die technischen Subsysteme. Sender und Empfänger sind technische Einheiten, die nichts von

² Shannon, Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, S. 31.

³ Ebd. S. 3.

⁴ von Foerster, *Kybernetik der Kybernetik*, S. 88.

Ihrer Funktion als Sender und Empfänger wissen, sie besitzen selbst kein Modell des Kommunikationsgeschehens. Die Reflektion des Vorgangs als Kommunikationsprozess findet ausschließlich in der Vorstellung des Konstrukteurs statt.

– Externe Übereinkunft über Syntax, Semantik und Pragmatik

Sender und Empfänger verwenden eine von außen aufgeprägte gemeinsame Syntax, es besteht globale Einigkeit über das verwendete Vokabular. Es können beim Sender keine Zeichen auftreten oder gar erfunden werden, die beim Empfänger nicht bekannt wären und umgekehrt. Der einzige Ort der Unsicherheit ist die auf den Übertragungskanal wirkende Störung. Wenn die Kommunikation *funktionieren* soll, d.h. die Nachrichten auch noch für denjenigen der sie verwendet (dem Interpreten außerhalb des technischen Kommunikationssystems) sinnvoll sein sollen, müssen darüber hinaus gemeinsame oder zumindest überlappende Bereiche von Semantik und Pragmatik zwischen den Kommunikationspartnern gewährleistet sein. Semantik und Pragmatik werden jedoch nicht explizit modelliert.

– Ausblendung des nachrichtenerzeugenden Prozesses und des Adressaten

Der Sender kann die Versendung von Nachrichten nicht verweigern, genauso wenig hat der Empfänger die Möglichkeit, den Empfang von Nachrichten abzulehnen. Als Codier- und Decodierautomaten sind sie komplementäre Prozesse, der Empfänger dreht den Codierprozess des Senders lediglich um. Die Nachrichtenquelle stellt einen Vorrat an Zeichen zur Verfügung, aus dem die zu übertragenden Zeichen ausgewählt sind. Der Zeichen erzeugende Prozess, der die zu übertragenden Nachrichten generiert und darüber entscheidet, was übertragen wird, beziehungsweise, dass überhaupt etwas übertragen werden soll, wird in diesem Modell nicht wirklich thematisiert, ebenso wenig der Adressat der Nachricht. Nachrichtenquelle und Nachrichtenziel im Shannonschen Modell können als statistisch-semiotische Einheiten diese Funktion eines Modells der Kommunikationspartner nicht annähernd erfüllen.

– Vollständige Determinierung von Außen

Das mathematische Modell der Kommunikation dient dazu, reale technische Kommunikationssysteme zu entwickeln und zu verbessern. Das technische System (Objekt) unterliegt dabei vollständig der Kontrolle des Ingenieurs (Subjekt). Des gesamte Apparat ist so konstruiert, dass er in allen entscheidenden Merkmalen von außen steuer- und veränderbar ist, d.h. nicht nur sein beobachtbares Verhalten während des Betriebs ist von außen aufgeprägt, auch alle im System automatisch ablaufenden Prozesse sind durch den Konstrukteur festgelegt und selbst Modifikationen der automatisierten Prozesse werden von außen gesteuert. Die Identität des Systems wird nicht nur extern beschrieben (analysiert), sondern auch extern determiniert (synthetisiert).

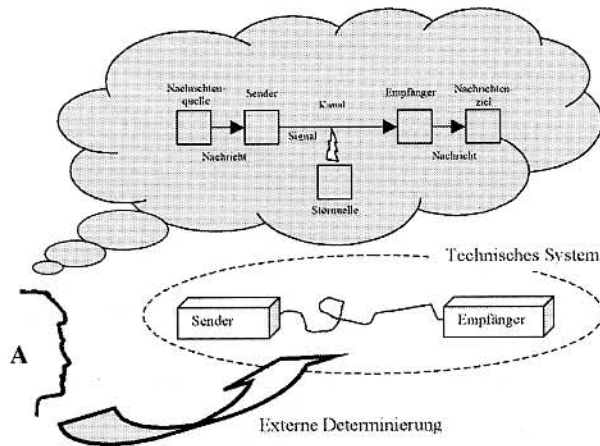


Abb. 1: Der externe Beobachter der technischen Kommunikation

In Abbildung 1 ist das Dreiecksverhältnis zwischen Subjekt (Ingenieur), Objekt (technisches System) und Modell (Shannonsches Kommunikationsmodell) skizziert. Im Zentrum steht das technische System. Zur Lösung des Ingenieurproblems, dem Bau und der Verbesserung realer technischer Einheiten zur Übertragung von Nachrichten, wird das zugrunde liegende technische System informationstheoretisch modelliert. Modelle werden aber immer von jemanden für einen bestimmten Zweck hergestellt und sind somit pragmatische Einheiten. Im Fall der technischen Kommunikation dient eine externe Beschreibung des Kommunikationsvorgangs dazu, effizientere Codierungen zu finden und leistungsfähigere Übertragungssysteme zu bauen. Die Identität des Systems (bestehend aus Sender, Kanal und Empfänger) wird außerhalb des Systems geplant und festgelegt. Das Verhalten des Sender-Empfänger-Systems ist vollständig als kausal determinierter Ursache-Wirkungs-Zusammenhang erklärbar.

2. Humankommunikation

Der englische Philosoph H. Paul Grice hatte bereit Ende der sechziger Jahre darauf aufmerksam gemacht, dass die Machtverhältnisse zwischen Sender und Empfänger in der Humankommunikation ganz anders gelagert sind als in der technischen Kommunikation.⁵ Wenn auf beiden Seiten des Kommunikationskanals nicht technische Systeme agieren, sondern Menschen, dann zeigt sich – im Gegensatz zu den Vorstellungen zur Zeit der Formulierung der mathematischen Kommunikationstheorie – dass die Prinzipien der Humankommunikation nicht auf der Basis des Shan-

5 Zitiert nach Frey, *Die Macht des Bildes*, S. 74.

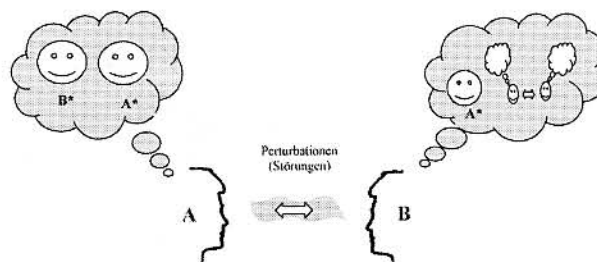


Abb. 2: Interne Beobachter in der Humankommunikation

nonschen Modells verstanden werden können. Es gibt insbesondere keinen für beide Kommunikationspartner verbindlichen Code, der von außen festgelegt und den Teilnehmern aufgeprägt wäre. Dem Empfänger ist es somit gar nicht möglich, die Zeichen des Senders geduldig zu akzeptieren und gemäß des gemeinsamen Codes zu interpretieren, er muss ein eigenes Interpretationsmodell entwickeln, das mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht deckungsgleich mit dem Modell des Senders sein wird. Solange man davon ausgeht, dass beide Kommunikationspartner am Gelingen und der Fortsetzung der Kommunikation interessiert sind, folgt sogar eine noch weiter reichende Konsequenz. Wenn es für den Sender bedeutsam ist, welche Wirkung er beim Empfänger hinterlässt, wird er bemüht sein, Signale zu senden, die zu positiven Einschätzungen auf der Seite des Empfängers führen. Das Kommunikationsverhalten des menschlichen Senders steht damit unter dem heimlichen Diktat des Empfängers. Das verlangt vom Sender die Fähigkeit, die Interpretationsprozesse des Empfängers zu antizipieren. Vom Empfänger verlangt es die Fähigkeit, während des Empfangs feedback-Signale zur Steuerung des Senders zu generieren. Beide Kommunikationspartner agieren zwar alternierend in der Sprecher- und der Hörerrolle, sind aber immer simultan Sender und Empfänger.

In Abbildung 2 ist die Situation der Humankommunikation skizziert. Der Kommunikationsprozess ist nicht mehr extern modelliert sondern intern. Sender und Empfänger sind gleichzeitig Beobachter und Teilnehmer der Kommunikation. Der Kommunikationsprozess wird von beiden Teilnehmern unterschiedlich reflektiert und gesteuert. Als notwendige Voraussetzung für Bewusstsein gilt zum Beispiel das Vorhandensein eines Modells von sich selbst, d.h. Teilnehmer A besitzt ein Modell A* von sich selbst. Die Reflektion der Teilnehmer kann aber auch komplexer sein und wird in der Regel die Modellierung des Kommunikationspartners oder des gesamten stattfindenden Kommunikationsgeschehens, also auch des Kontextes der Kommunikation beinhalten. Nur auf der Basis derartiger Modelle ist es möglich, das Verhalten des Kommunikationspartners zu antizipieren und die Kommunikation entsprechend zu steuern. Entscheidend ist die Fähigkeit der Kommunikationspartner derartige Modellierungen vorzunehmen und sie dy-

namisch während des Kommunikationsverlaufs zu modifizieren und anzupassen. Die Wechselwirkungen zwischen den Kommunikationsteilnehmern folgen dabei nicht einem strikten Ursache-Wirkungs-Prinzip. Langfristig können wir eine gekoppelte Veränderung der inneren Strukturen der Kommunikationspartner, gewissermaßen eine gemeinsame Trift der Systeme beobachten. Entscheidend ist, dass die Veränderung des anderen Kommunikationsteilnehmers nicht gezielt gesteuert werden kann, jedes *Subsystem* kontrolliert seine eigene Veränderung. Um anzudeuten, dass die Identität der beteiligten Kommunikationspartner sich durch die Kommunikation verändert, wird in Abbildung 2 die Wechselwirkung zwischen den Komponenten nicht als Kanal modelliert, sondern in Anlehnung an die Autopoiese-Theorie als Perturbation oder Störung.

Systemtheoretisch betrachtet haben wir es – im Gegensatz zur technischen Kommunikation – nicht mehr mit einem kybernetischen System erster Ordnung zu tun, sondern mit Systemen zweiter Ordnung. Das Kommunikationssystem wird nicht mehr von einem externen Beobachter modelliert, sondern von einem internen. Der Beobachter ist zugleich Modellierer und Teilnehmer der Kommunikation, er ist von der gleichen Struktur wie die Komponenten der Kommunikation. Heinz von Foerster führt die Kybernetik zweiter Ordnung wie folgt ein:

»Ich schlage vor, die Kybernetik von beobachteten Systemen als Kybernetik erster Ordnung zu betrachten; die Kybernetik zweiter Ordnung ist dagegen die Kybernetik von beobachtenden Systemen. Dies stimmt mit einer Formulierung von Gordon Pask überein. Auch er unterscheidet zwei Ordnungen der Analyse. Eine, durch die der Beobachter in das System eindringt, indem er den Zweck des Systems festsetzt. Nennen wir dies eine *Festsetzung erster Ordnung*. Bei einer *Festsetzung zweiter Ordnung* begibt sich der Beobachter in das System, indem er sein eigenes Ziel festsetzt. Aus diesem Grund dürfte klar sein, dass soziale Kybernetik eine Kybernetik zweiter Ordnung – eine Kybernetik der Kybernetik – sein sollte, damit der Beobachter, der sich in das System einbezieht, seine eigenen Ziele bestimmt: er ist autonom.«⁶

Die allgemeine Systemtheorie – die Kybernetik wollen wir hier vereinfacht als Vorläufer betrachten – beschäftigt sich unter anderem mit Systemen (*Autopoietischen Systeme*) die nicht auf der Basis kausaler Input-Output-Relationen beschrieben werden können, sondern vielmehr mit ihrer Umgebung und/oder anderen Systemen *strukturell gekoppelt* sind. Autopoietische Systeme⁷ erzeugen ständig selbst ihre eigenen Verhaltensmöglichkeiten, dabei sind sie operationell und informationell geschlossen. Das System entscheidet selbst, wie es auf seinen Input reagiert.⁸ Das Verhältnis zwischen Eingabe und Systemverhalten wird als kontingent bezeichnet, d.h. es ist weder unabhängig von der Eingabe, noch ist es durch die Eingabe determiniert. Operationell und informationell geschlossene Systeme werden nicht von außen gesteuert. Ob sie ihr Verhalten aufgrund von äußeren Störungen ändern oder nicht, wird systemintern bestimmt. Für technische Kommunikations-

6 von Foerster, Kybernetik der Kybernetik, S. 89.

7 Siehe zum Beispiel Maturana, Varela, *Der Baum der Erkenntnis*.

8 Man spricht bei autopoietischen Systemen im Grunde nicht mehr von Input im üblichen Sinn. Die Systeme nehmen keine Informationen aus ihrer Umgebung auf, sondern konstruieren sie systemintern.

prozesse, etwa für die Mensch-Maschine-Kommunikation, konnte die Theorie bisher noch nicht fruchtbar gemacht werden, da keine tragfähigen Formalisierungen existieren.⁹

Ein bedeutender Versuch das interne Modell der Humankommunikation auf technische Kommunikationsprozesse zu übertragen wird von Kaplan und Steels unternommen.^{10, 11} Sie führen Experimente durch, in denen visuell basierte und miteinander im Wechselwirkung stehende Roboter ohne vorhergehende Festlegung im Design des Programms, oder durch menschliche Intervention, eine eigene Ontologie begründen und ein gemeinsames Lexikon entwickeln. Insbesondere untersuchen Steels und Kaplan die notwendigen und hinreichenden Voraussetzungen für das autonome entstehen gemeinsamer Vokabulare in Roboter Populationen durch einen sich selbstorganisierten Prozess. Auch wenn die Roboter nicht in letzter Konsequenz als autopoietische, also informationell und organisatorisch geschlossene Einheiten aufgefasst werden können, so ist der Ansatz nicht der externen Modellierung aus Abschnitt 1 zuzurechnen, sondern vielmehr der internen Modellierung der Kommunikation, vergleichbar mit der Humankommunikation. Die Roboter sind gleichzeitig Beobachter und Teilnehmer der Kommunikation. Das gemeinsame Vokabular wird nicht von außen aufgeprägt, sondern evolviert im Kommunikationsprozess, Kommunikation erzeugt neue Kommunikationsmöglichkeiten. Die Teilnehmer sind gezwungen eigene Interpretationen des Geschehens zu entwickeln. Missverständnisse und Missdeutungen sind keine Störungen im Sinne technischer Übertragungsfehler, sondern systemimmanent. Hypothesen können sich als unhaltbar erweisen.

3. Soziotechnische Systeme

Soziotechnische Systeme sind Ganzheiten, die aus dem Zusammenspiel von technischen und sozialen Komponenten hervorgehen. Systemtheoretisch gesehen entstehen sie durch die Kopplung von autopoietischen Systemen mit technischen Systemen. So können zum Beispiel Interface-Theorien, die sich zur Aufgabe gemacht haben, die Kommunikation von Mensch und Maschine zu untersuchen, als soziotechnische Modelle aufgefasst werden. In Zusammenhang mit informationsverarbeitenden Systemen wurde der Begriff des soziotechnischen Systems erstmal von Mumford¹² verwendet. Mumford zielt darauf ab, dass soziale und technische Aspekte beim Entwurf solcher Systeme gleichermaßen berücksichtigt werden müssen. Der Begriff des soziotechnischen Systems setzt voraus, dass es

9 Der Versuch Varelas, autopoietische Systeme zu formalisieren (siehe Varela, *A calculus for self-reference*), greift zu kurz und konnte sich auch nicht durchsetzen.

10 Wray, *The Transition to Language*.

11 Dean, *Proceedings of IJCAI 9*.

12 In G. Bjerknes, P. Ehn, and M. Kyng (eds.): *Computers and Democracy: A Scandinavian Challenge*, Aldershot, United Kingdom: Avebury 1987

wesentliche Unterschiede zwischen sozialen und technischen Systemen gibt. Vor dem Hintergrund der allgemeinen Systemtheorie ist diese Forderung nicht selbstverständlich. Wie bereits der Titel des Buches von Norbert Wiener (Kybernetik – Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine) nahelegt, gehen systemtheoretische Ansätze gerade von einer Strukturgleichheit von technischen, lebenden und sozialen Systemen aus. Die Stärke der Systemtheorie besteht ja gerade darin, zu zeigen, dass die Identität eines System nicht durch seine materielle Beschaffenheit bestimmt wird, sondern durch die Organisation des Systems, d.h. durch die Relationen, die zwischen den Bestandteilen des Systems bestehen und den Wechselwirkungen mit seiner Umgebung.

Im Zusammenhang mit informationsverarbeitenden Systemen und Interface-Fragestellungen kann beobachtet werden, dass Softwaresysteme oft nicht für den Zweck und in der Art und Weise verwendet werden, für die sie ursprünglich geplant waren. Der Zweck und der Umgang mit dem System verändert sich durch seine Benutzung; die Funktionalität des Systems evolviert, zumindest teilweise, in der Arbeitspraxis.¹³ Der traditionelle Software-Lebenszyklus basiert im groben auf den drei Phasen: 1. Problemanalyse, 2. Systementwurf und Implementierung und 3. Anwendung. Lin und Cornford schlagen eine andere Reihenfolge für die Entwicklung soziotechnischer Systeme vor:

« [...] we pursue a rather different and contrasting model, one which sees information systems come about based on 1) the use of technologies, 2) reflection on and refinement of use, and 3) reflection on the significance of use. The sequence is use, design, analysis. That is, technical systems are put to use first; specific patterns of usage emerge and social phenomena revolving around the systems are noted, the technical system and the social structures then adapt and change.»¹⁴

Lin und Cornford fordern bei der Entwicklung von Informationssystemen einen Wechsel der Fokussierung vom *pre-use design* hin zum *in-use design*. Es kann dann aber nicht länger darum gehen, die nötigen Veränderungen des Systems vorherzusehen und sie bereits während des Entwurfs zu berücksichtigen, sondern vielmehr darum, das System offen zu halten und den emergenten Wandel des Systems zu unterstützen.

4. Erdbersysteme

Interface-Theorien, die versuchen die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine zu optimieren, stützen sich häufig auf ergonomische Untersuchungen, KI-Ansätze oder Software Engineering Methoden. Während im Bereich *Software Engineering* verstärkt versucht wird, durch sogenannte *benutzerzentrierte Soft-*

13 Zum Beispiel können Suchmaschinen für das *World Wide Web* durch den rasanten quantitativen Zuwachs des Netzes zur Rechtschreibüberprüfung und als Lexikon verwendet werden. Diese Funktion emergiert im Rahmen der Arbeitspraxis und wurde nicht von den Entwicklern der Suchmaschinen geplant.

14 Lin and Cornford, *Sociotechnical Perspectives on Emergence Phenomena*.