

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 113 (1995)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Technisch-wissenschaftliche Informationssysteme: warum viele Projekte scheitern  
**Autor:** Smehil, Georg  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-78655>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 21.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Georg Smehil, Dübendorf

# Technisch-wissenschaftliche Informationssysteme

## Warum viele Projekte scheitern

**Die Realisierung von technisch-wissenschaftlichen Informationssystemen wird durch ungewöhnliche Schwierigkeiten begleitet, welche oft gute Projekte zum Scheitern bringen. Die Ursachen liegen in sachlichen und nachvollziehbaren Problemen, wie beispielsweise der Unkenntnis der eingesetzten Mittel, dem Unterschätzen des Aufwandes oder ungesicherter Finanzierung. Eine andere Art von Problemen entsteht durch den Faktor «Mensch», was bei Informatikprojekten stärker zum Ausdruck kommt als bei anderen technischen Projekten. So kann z.B. Angst vor Gesichtsverlust mehr Schaden anrichten als ein fehlerhafter Programmcode.**

## Problemeinführung

Informatikprojekte, die den Aufbau von Informationssystemen zum Ziel haben, unterscheiden sich von anderen technischen Projekten durch das immaterielle Resultat der Arbeit, nämlich die Information. Es wurden viele Versuche unternommen, den Begriff «Information» zu umschreiben (z.B. [1], [2], [3]); eine allgemeingültige Definition fehlt aber bis heute. «Daten», «Information» und «Wissen» sind zusammenhängende Begriffe, deren abstrakter Charakter erst durch die Bewusstseinstiefe, mit der sie aufgenommen und verstanden werden, eine spezifische Bedeutung erlangen.

Informationssysteme werden realisiert, um die Realität aus einer bestimmten Sicht, beispielsweise aus der Optik der Siedlungswasserwirtschaft oder des Vermessungswesens, abzubilden. Das Informationssystem stellt dann die Abstraktion der betroffenen Disziplin in einem Modell dar (Bild 1).

Das Informationssystem kann aber auch dazu verwendet werden, durch Modellsimulationen zu kontrollierten Veränderungen der Realität beizutragen. Ein solches Informationssystem wird dann zu einem Planungs- und Entscheidungswerkzeug (Bild 2).

Der Aufbau eines solchen Werkzeugs stellt eine äusserst komplexe und langwierige Angelegenheit dar. Beispiele aus der

Praxis zeigen, dass es viele Jahre dauert, bis ein Informationssystem genutzt werden kann. Zusätzlich befindet sich die gesamte Informationstechnologie in einer rasanten Entwicklung, welche das im Entstehen begriffene Informationssystem dauernden Veränderungen unterwirft. Oft werden diese Projekte nie beendet. Kaum eines dieser Systeme erreicht den erhofften Produktivitätsdurchbruch, d.h., es gibt entweder keinen Nutzen, oder dieser deckt höchstens einen Teil des Aufwandes.

Bevor wir uns der Analyse der Ursachen zuwenden, halten wir fest, dass sich die Informatik nicht nur mit messbaren Grössen, wie dem Computer, der Software und dem bestehenden Wissen, befasst. Die Realisierung der Informationssysteme wird vom Faktor «Mensch» stärker beeinflusst, als es bei anderen technischen Projekten der Fall ist. Gleichermassen wird durch die Informationstechnologie auch der Mensch beeinflusst.

## Struktur eines Informationssystems

Jedes Informationssystem, welches Daten und Information verarbeitet, besteht aus den Einheiten (Schichten) gemäss Bild 3. Durch das Zusammenspiel der einzelnen Schichten wird die Komplexität des Gesamtsystems grösser als die Summe der Komplexitäten der einzelnen Schichten. Die Daten, welche beispielsweise die Siedlungswasserwirtschaft repräsentieren, hängen von der Applikationssoftware ab, die ihrerseits von der Datenbanksoftware abhängig ist, usw. Begriffe wie Hardware-unabhängigkeit, offene Systeme, Standardisierungen und Datentransfer sind Stichworte, die zwar auf die Verselbständigung einzelner Schichten hinzielen, deren Umsetzung jedoch letztlich eine Fiktion bleibt.

## Kostenstruktur eines Informationssystems

Bevor auf die eigentliche Realisierungsproblematik eingegangen wird, soll eine typische Kostenstruktur eines Informationssystems aufgezeigt werden. Gemäss Bild 3 lässt sich der Aufwand wie folgt aufteilen:

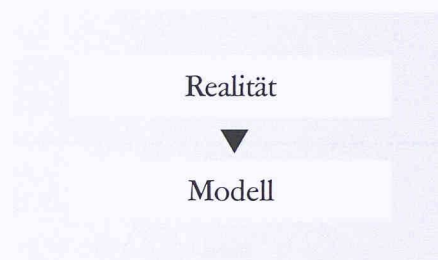


Bild 1.

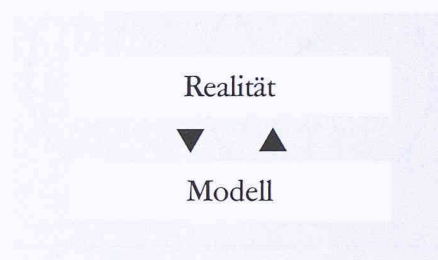


Bild 2.

## Kosten für das Trägersystem

Die Kosten für das Trägersystem, auf welchem das Informationssystem aufgebaut werden soll, stellen die Grundinvestition dar. Ein Trägersystem besteht aus der Hardware (Server, Workstations, Netzwerk, Peripherie usw.), dem Betriebssystem und der Datenbanksoftware. Die jährlich wiederkehrenden Wartungskosten bewegen sich im Rahmen von 10-20% der Grundinvestition.

## Applikationssoftwarekosten

Die Applikationssoftwarekosten sind vom Komplexitätsgrad des abzubildenden Fachgebiets abhängig. Die Entwicklungsdauer integrierter Ingenieur Anwendungen kann über zehn Jahre dauern. Dementsprechend hoch sind die Entwicklungskosten, die im allgemeinen das Mehrfache der Grundinvestition ausmachen. Die Entwicklung der Applikationssoftware für komplexe Datenbankmodelle überschnei-

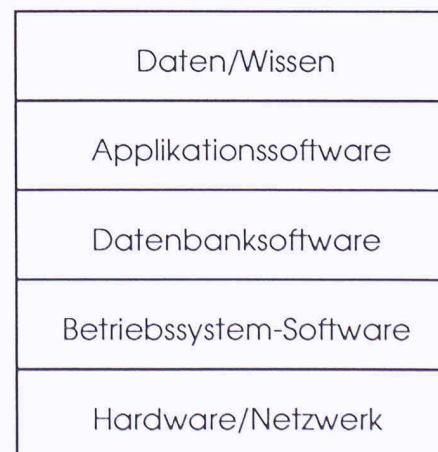


Bild 3. Informationssystem

det sich direkt mit der angewandten Forschung.

Die Wartungskosten der Applikationssoftware unterscheiden sich von der Wartung des Trägersystems dadurch, dass es sich hier um individuelle Software handelt, die meist nur einmal installiert wird. Somit kann der Aufwand nicht auf mehrere Kunden, wie bei der Standardsoftware, aufgeteilt werden. Jährliche Wartungskosten können je nach der Softwarequalität die Entwicklungskosten sogar übersteigen; im Normalfall betragen sie jährlich rund 20 bis 30% des Entwicklungsaufwandes.

### Investitionssichernde Kosten

Das Bündel von Massnahmen zur Verbesserung der Richtigkeit, Verständlichkeit, Änderbarkeit, Erweiterbarkeit, Wiederverwendbarkeit, Robustheit, Portabilität und Einhaltung von Standards wird unter dem Begriff «Qualitätssicherung» zusammengefasst. Ohne diese Massnahmen veraltet die Applikationssoftware schnell. Die entsprechenden Kosten sind keine Wartungskosten, da die Wartung nur die richtige Funktionsweise der Applikationsprogramme sichert. Investitionssichernde Kosten machen bereits bei nicht sensiblen Applikationen rund 5-10% der Entwicklungskosten pro Jahr aus [4].

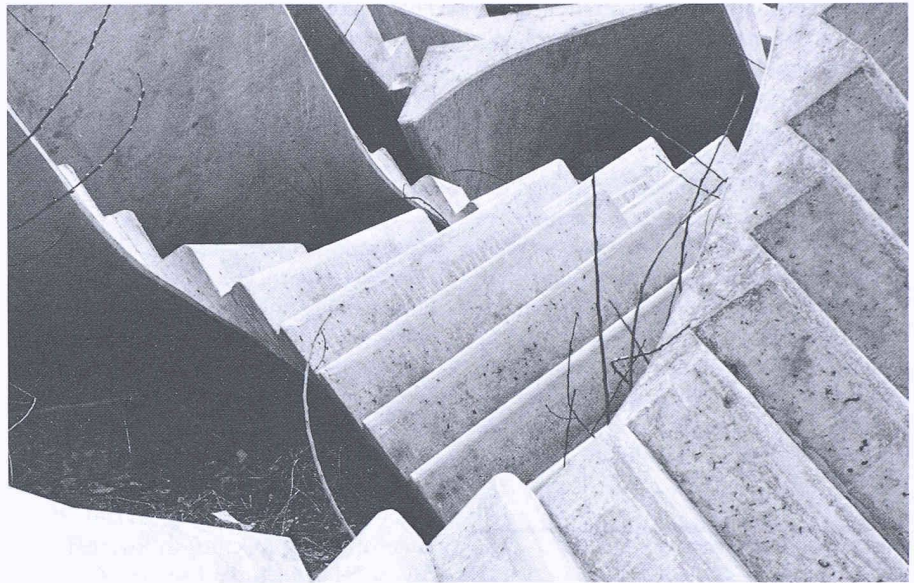
### Technologietransferkosten

Die Technologietransferkosten sind Weiterbildungskosten. Sie müssen aufgewendet werden, damit die Benutzer alle Schichten des Systems (Bild 3) operativ beherrschen. Diese Kosten sind keineswegs einmalig. Es gibt Personalwechsel, und es gibt laufend neue Softwareprodukte und neue Versionen, die mit immer mehr und komplizierteren Funktionen bepackt werden. GIS-Systeme haben z.B. zwischen einigen hundert und einigen zehntausend Funktionen. Die jährlich wiederkehrenden Technologietransferkosten machen rund 25% der Personalkosten aus.

### Datenerfassungskosten

Ein Informationssystem kann nur dann Informationen liefern, wenn zuvor alle notwendigen Daten erfasst wurden. Für die Höhe der Kosten sind das Aufgabengebiet, die Detaillierungsstufe, ein Datenmodell und die Mächtigkeit der Applikationssoftware massgebend. Alle Ingenieurapplikationen arbeiten mit räumlichen bzw. graphischen Daten, die in Plänen und Karten «gespeichert» sind. Der Umfang dieser Daten ist sehr gross und wird oft unterschätzt.

Der Grundsatzentscheid, ein Informationssystem aufzubauen, impliziert auch die Verpflichtung zur permanenten Datennachführung. Der entsprechende Aufwand



stellt dann einen wesentlichen Teil der laufenden Betriebskosten eines Informationssystems dar.

### Kostenbeispiel

In Tabelle 1 sind die Kosten eines Informationssystems anhand eines Beispiels zusammengefasst. In der Zusammenstellung fehlen die Kosten für die Datenerfassung und -nachführung, die jedoch wesentlich höher sind als alle übrigen Kostenkategorien zusammen. Die Berechnungen in Tabelle 1 beruhen auf folgenden Annahmen:

Trägersystem: Umfasst vier Arbeitsplätze mit der zugehörigen Infrastruktur: Server, Netzwerk, Peripherie, Betriebssystem und Datenbanksystem. Die durchschnittlichen Kosten von 250 000 Fr. pro Ingenieurarbeitsplatz werden seit mehreren Jahren beobachtet.

Applikationssoftware: Der Umfang ist durch die Funktionalität des Zielsystems definiert. Aufgeführt sind die Kosten eines integrierten Vermessungsinformationssystems.

Softwarequalitätssicherung: Während der Applikationsentwicklung haben die entsprechenden Massnahmen eine bremsende Wirkung. Der positive Effekt wird erst durch die Senkung von Wartungskosten während der produktiven Lebensdauer der Applikationssoftware erreicht.

Technologietransfer: Im aufgeführten Beispiel werden vier Personen ein Jahr lang auf ihre zukünftige Aufgabe vorbereitet.

Aus diesem Beispiel ist ersichtlich, dass die Grundinvestition für die vier Arbeitsplätze nur rund 20% der Gesamtkosten eines Informationssystems (natürlich noch ohne Daten) ausmacht. Der Unterhalt (Technologietransfer, Wartung und Qualitätssicherung) macht jährlich zwischen 20 und 30% der Gesamtinvestition aus. Zu den wiederkehrenden Jahreskosten müssen weiter die zentralen Betriebskosten, wie z.B. das Personal (Systemmanager, Datenbankmanager usw.), die Raum- und Energiekosten usw., gerechnet werden.

### Zum Vergleich: Kostenstruktur bei Bauprojekten

Bei Bauprojekten werden Daten nur in einem Umfang ermittelt, wie es für die Projektrealisierung unbedingt notwendig ist. Trotzdem macht die Datenbereitstellung bis zu 70% der Projektierungskosten aus, wie aus einer Studie der Elektrowatt-Ingenieurunternehmung von 1991 hervorgeht. Auch dann genügen diese Grundlagendaten häufig nicht. Unvollständige und fehlerhafte Grundlagen führen während der Projektrealisierung zu Kostenüberschreitungen.

	Einmalige Beschaffungskosten	jährlich wiederkehrende Kosten
Trägersystem:	1 000 000	100 000 - 200 000
Applikationssoftware:	3 000 000	600 000 - 900 000
SW-Qualitätssicherung:	1 000 000	150 000 - 300 000
Technologietransfer:	400 000	100 000
Total:	5 400 000	950 000 - 1 500 000

Tabelle 1. Beispiel der Kosten eines Informationssystems

Die Datenerhebungskosten werden durch das Bauprojekt gedeckt. Nach der Projektrealisierung werden die erarbeiteten Daten zum grossen Teil nicht mehr gebraucht und gehen für die Nachfolgearbeiten meistens verloren.

Integrierte Informationssysteme können auf keinen Fall realisiert werden, indem sie durch Bauprojekte finanziert werden. Informationssysteme setzen ein permanentes und flächendeckendes Datenmanagement voraus, während beim Bauprojekt die Daten ein «notwendiges Übel» darstellen. Die beiden skizzierten Ansätze in der Betrachtung und Handhabung von Daten sind miteinander unvereinbar.

### Sachliche Probleme

Die Realisierungsprobleme beim Aufbau eines Informationssystems lassen sich in zwei Kategorien aufteilen, nämlich die sachlichen und die menschlichen Probleme. Befassen wir uns vorerst mit den konkreten Sachproblemen.

### Mangel an Fachkräften/fehlende Planung

Informatik ist eine junge wissenschaftliche Disziplin, die weltweit erst Ende der sechziger Jahre etabliert wurde. Die Schweiz hat erst Anfang der achtziger Jahre mit einer systematischen Informatikausbildung begonnen. Somit fehlen in der Industrie, Verwaltung und Wissenschaft Fachkräfte, welche die Information als Rohstoff zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der Arbeitsprozesse zuführen können. Nicht nur die Anzahl, sondern auch die Einflussmöglichkeiten dieser Fachleute sind häufig inadäquat, womit ihrer Facharbeit das nötige Gewicht fehlt.

Die Folge des Fachkräftemangels ist, dass es meistens keine genügende Planung im Bereich der Informatik gibt. Die Konsequenz der fehlenden Planung ist tiefgreifend, weil nicht nur die Kosten falsch abgeschätzt, sondern vor allem falsche Ziele angesteuert werden.

So ist beispielsweise die häufig anvisierte Zielsetzung, mit einem Geo-Informationssystem (GIS) Pläne herstellen zu wollen, völlig verfehlt. Um Pläne zu kopieren, benötigt man keine teuren GIS-Systeme. Andererseits wird ein Informationssystem erst dann sinnvoll genutzt, wenn die darin gespeicherten Daten für alle unternehmensweiten Entscheidungsprozesse genutzt werden können.

Fehlende Kompetenz auf der Käuferseite öffnet andererseits grosse Spielräume für die Systemverkäufer. So gibt es Beispiele, wo Systeme verkauft wurden, die bereits technologisch veraltet waren oder deren

Entwicklung schon eingestellt worden war. Falls es überhaupt gelingt, ein solches System in die Produktion überzuführen, wird es wesentlich früher abgelöst werden müssen, wodurch sich die Nutzungsdauer verkürzt und der Amortisierungsquotient verschlechtert.

### Mangelhafte Werkzeuge

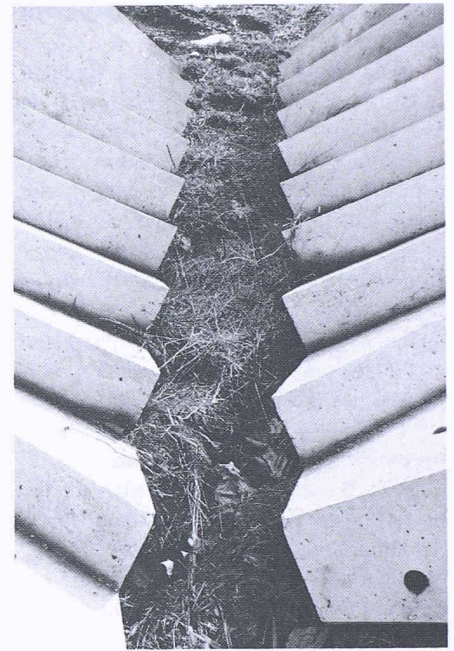
Wir erleben seit Jahren eine rasende Entwicklung im Bereich der Hard- und Software. Trotzdem vermögen die auf dem Markt angebotenen Systeme nicht das zu leisten, was der Benutzer von ihnen erwartet. Vor allem die kommerziell verfügbaren Datenbanken sind als Modellierungswerkzeuge für komplexe Anwendungen ungenügend. Der Benutzer muss dann Funktionen in der Applikationssoftware realisieren, die eigentlich die Datenbank erfüllen müsste.

Die theoretische Informatik stellt zwar moderne Konzepte und Algorithmen auf, deren praktische Umsetzung in kommerzielle Pakete jedoch ausserhalb der Möglichkeiten von Hochschulen liegt. Es ist bekannt, dass z.B. die Erstellung einer Datenbank weit über 100 Millionen Franken kosten kann. In Europa gibt es für solche «nichtmateriellen» Projekte wenig bis kein Risikokapital. Man ist in diesem Bereich völlig der amerikanischen Technologie ausgeliefert, wodurch man aber auch keine Gestaltungs- und Einflussmöglichkeiten hat.

Ausserdem kann die Leistungsfähigkeit der Datenbanken mit der steigenden Phantasie der Menschen nicht mithalten, wie das Beispiel «Virtuelle Realität» illustriert. Virtuelle Realität ist eine in Labors entwickelte Datei-basierte Software-Applikation. Die Datenbankforschung kann bis heute noch kein Konzept vorlegen, durch welches dreidimensionale Daten effizient verwaltet werden könnten. Man verwechselt ein Dateisystem mit einer räumlichen Datenbank. Trotzdem erwarten einige Benutzer von kommerziell verfügbaren Datenbanksystemen die gleiche Funktionalität, die in einer Laborapplikation implementiert ist.

### Fehlende Forschung/Ausbildung

Am Schweizer Informatikertag vom 21. Oktober 1994 wurde ein Vortrag zum Thema «Stand und Stossrichtung der Informatikforschung und -ausbildung in der Schweiz» gehalten. Es zeigte sich, dass die Hochschulausbildung in den letzten 15 Jahren zwar aufgebaut werden konnte, dass aber in der Forschung nach wie vor grosse Kapazitäten fehlen. Einer der als schmerzhaft empfundenen Punkte ist, dass es keine Forschung im Bereich der angewandten Informatik gibt. Auch die Forschungsinstitute der Fachdisziplinen fühlen sich für ange-



wandte Informatikforschung nicht zuständig. Man möchte deshalb in der Schweiz Fachhochschulen gründen und ihnen die Applikationsforschung im Bereich der Informatik übertragen. Dieses Konzept wird zurzeit diskutiert, aber in Anbetracht der finanziellen Situation der öffentlichen Hand mussten bereits heute substantielle Kreditkürzungen in Kauf genommen werden.

Als ein konkretes Beispiel fehlender Forschung können wiederum die räumlichen Datenbanken genannt werden. Seit Jahrzehnten ist das Problem aktuell [5], und die Praxis sucht bis heute fieberhaft nach geeigneten Lösungen. Die Geo-Informationssysteme, welche dem Profil der Ingenieurwissenschaften am besten entsprechen würden, stellen nicht die notwendige Funktionalität zur Verfügung. Kein Wunder, denn die Funktionalität von GIS-Systemen wurde nicht von Ingenieuren, sondern von Geographen formuliert.

Die Informatik hat für die Fortentwicklung technischer Disziplinen eine grundlegende Bedeutung. Die traditionelle Sicht, wonach sich die Informatik als Hilfsfunktion der Fachdisziplin unterzuordnen hat, wird fundamental korrigiert werden müssen. Im Inland und im Ausland mehrten sich die Stimmen, gemäss denen die Informatik die Fachbereiche revolutionieren wird und nicht umgekehrt, siehe z.B. [6].

### Fehlende Applikationssoftware

Eine der schwerwiegendsten Folgen nichtexistenter Informatikplanung ist die geringe Legitimierung von Applikationssoftware. Man ist sich offenbar meist nicht bewusst, dass zu jedem Modell spezielle Applikationssoftware benötigt wird. Es ist oftmals bedenklich, mit welcher Naivität ge-

hofft wird, dass vielleicht Microsoft oder eine andere Softwarefirma die geeignete und erst noch billige Software für jede noch so spezielle Problemstellung liefern könne. Laufend werden neue Konzepte und Modelle aufgestellt in der Hoffnung, irgendwann jemand liefere die passende Software dazu. Diesem Irrtum unterliegen nicht nur kleine Anwender, sondern manchmal sogar Grossunternehmen. Als Beispiel sei ein in GIS spezialisierter Hochschulprofessor erwähnt, welcher nicht zwischen einem kleinen Entwicklungstool des Trägersystems und einem grossen produktiven Applikationspaket zu unterscheiden vermag.

Da für Applikationsforschung und Applikationssoftware keine Kompetenzzentren und gleichzeitig keine bzw. viel zu enge Märkte für spezielle Problemlösungen existieren, hängt der Aufbau derartiger Software meist von Zufallsbedingungen ab. Solche pragmatischen Lösungen leiden aber häufig an einer viel zu schmalen Wissensbasis über Datenmodellierung, Systemarchitektur, Software-Engineering usw.

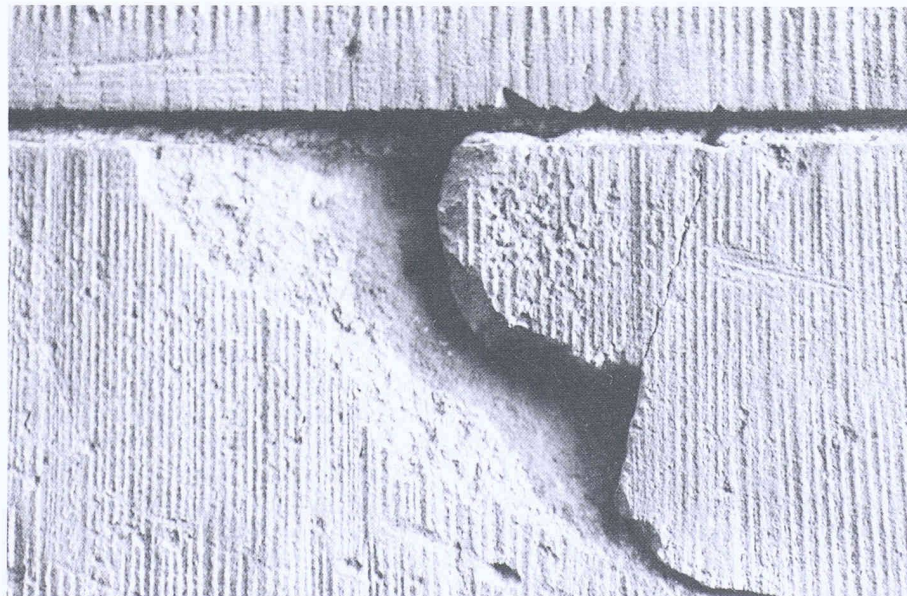
Fehlende oder unseriös (unter grossem Zeitdruck) entwickelte und gewartete Applikationssoftware ist die wichtigste Ur-

In der Schweiz haben die Geometer 1991 das Projekt «Reform der amtlichen Vermessung» (RAV) gestartet. Aber auch den Geometern fehlen adäquate Werkzeuge (Systeme, Datenbanken und Applikationssoftware), mit welchen sie den Inhalt der Katasterpläne in ein Informationssystem ohne Genauigkeitsverlust effizient überführen können. Somit stellt der Aufbau eines geometrischen digitalen Katasters für sich eine ausserordentlich schwierige Aufgabe dar, die frühestens in dreissig Jahren abgeschlossen werden soll.

Die Folge ist, dass dem Bauingenieur die geometrische Datenbasis fehlt. Ohne diese Datenbasis kann er nur graphisch erfasste Daten verwenden, die sowohl für die Projektierung als auch für die spätere Datennachführung unbrauchbar sind.

#### **Finanzierung falsch begründet oder nicht sichergestellt**

Die Realisierung von Informatikprojekten ohne Informatikplanung bereitet eine Reihe von unliebsamen Überraschungen. Diese können häufig nur durch immer neue, zusätzliche Finanzbegehren an die Geldgeber gelöst werden.



che von Misserfolgen bei technisch-wissenschaftlichen Informatikprojekten.

#### **Fehlende Datenbasis**

Eine wesentliche Anforderung an die Informationssysteme ist die Wiederverwendbarkeit und mehrfache Nutzung der gespeicherten Daten. Nur so ist es möglich, die getätigten Investitionen zu schützen bzw. zu amortisieren. Für Ingenieure schliesst diese Anforderung mit ein, die bestehenden Daten für Planung und Projektierung zukünftiger Vorhaben zu nutzen. Dies setzt hohe Anforderungen an die Genauigkeit der Grundlagendaten voraus.

Diese Instanzen haben im allgemeinen wenig Kenntnisse über komplexe Informationssysteme, und es fehlen ihnen auch Angaben über die wichtigsten Projektetappen, da das Finanzbegehren zumeist unpräzise begründet ist. Die Schwierigkeiten für den Realisator entstehen dann, wenn der Projektkredit für Tätigkeiten aufgebraucht wird, welche im Begehren nicht aufgeführt wurden und das Projektziel noch längst nicht erreicht ist.

Bei Nachtragskrediten gerät man dann zwangsläufig in Argumentationsnot. Dies führt vielfach zu einer Verunsicherung der finanzverantwortlichen Entscheidesträ-

ger, was zur Verweigerung von zusätzlichen Finanzmitteln und damit zu einem Verlust der bereits getätigten Investitionen führen kann.

Im folgenden sind einige Punkte angeführt, die einen solchen Finanzierungs-kollaps verursachen können:

■ Für die Erstellung des Informationssystems werden nur die Kosten für die Hardware, das Betriebssystem und die Datenbank (das Trägersystem) aufgeführt. Die Kosten für die Applikationssoftware werden entweder übersehen oder als Anpassungen eingestuft und damit unterschätzt. In dieser Situation kommen die Softwareingenieure unter Druck, weil sie eine vorzeigbare Applikation unter einem enormen Zeit- und Kostendruck entwickeln müssen.

Das Auslassen oder Unterschätzen der Kosten für die Applikationssoftware wird vielfach durch die Verkäufer der Trägersysteme mitverursacht. Diese befürchten, dass bei einer Offenlegung der Gesamtkosten die Kunden vom Kauf abgeschreckt werden könnten. Wer hat von dieser Seite nicht schon einmal gehört, dass «die neue Version des Systems nun alle Probleme löst» usw? Solche Argumente nähren den irreführenden Eindruck, dass durch den Kauf des angebotenen Systems keine Applikationssoftware mehr erstellt werden muss.

■ Es werden jährlich wiederkehrende Kosten übersehen oder nicht berücksichtigt. Beim Trägersystem werden wohl Wartungsverträge beim Kauf abgeschlossen; die Wartungskosten der Applikation werden aber sehr oft vergessen. Dabei stellt die Applikationssoftware den schwächsten Teil des Gesamtsystems dar, da sie meistens nur als Einzelanfertigung existiert und deshalb wesentlich fehleranfälliger ist.

■ Häufig werden die Wartungskosten als «Weiterentwicklungskosten» bezeichnet, was einen falschen Eindruck erweckt. Dann können nämlich echte Weiterentwicklungen nicht mehr plausibel begründet werden, da dieses Argument bereits «verbraucht» ist.

■ Sobald ein Team von Softwareingenieuren Applikationen erstellt, sind Qualitätssicherungs-massnahmen unumgänglich. Benutzer, die nur lizenzierte Software verwenden, entrichten den entsprechenden Kostenbeitrag in Form von Wartungsgebühren an den Softwarehersteller; dieser muss ja seine Software auf die Dauer sichern. Wenn aber ein Benutzer eigene Software zu erstellen beginnt, wird er damit zwangsläufig zu deren Qualitätssicherung verpflichtet. Die Softwarequalitätssicherung ist in der internationalen Norm ISO 9000-3 geregelt.

Die Technologietransferkosten werden bei der Planung von Informatikprojekten kaum je berücksichtigt. Es ist offensichtlich schwer zuzugeben, dass man die beantragten Systeme nicht vollständig beherrscht. Dabei ist es klar, dass man die technologischen Spitzenprodukte, die zumeist im Ausland entwickelt wurden, nicht in allen Details kennen kann. Die Hochschulen haben es einfacher; sie können die entsprechenden Aktivitäten als «Forschung» deklarieren. Wie bereits erwähnt, hat derartige Software eine ausgedehnte Funktionalität, die vorerst verstanden und operativ beherrscht werden muss. Die Folge der Auslassung dieser Kosten erhöht nochmals den Druck auf die Applikationsentwickler. Es ist unerlässlich, die häufig vorhandene Betrachtungsweise, wonach Aus- und Weiterbildungsaktivitäten als unproduktive Arbeitsleistungen verstanden werden, grundlegend zu korrigieren.

Der folgende Fall stellt ein illustratives Beispiel von nicht berücksichtigten Technologietransferkosten dar. Ein Datenbanklieferant und zugleich Applikationsentwickler lieferte einem Kunden ein amerikanisches Datenbanksystem aus. In der Folge entwickelte die Firma für den Kunden individuelle Applikationssoftware, obwohl deren (nota bene richtige) Funktionalität im Umfang der Datenbanksysteme enthalten war. Die Softwareingenieure des Systemverkäufers haben einfach nicht gewusst, dass die vermeintlich fehlende Funktion bereits existierte.

Die Datenkosten werden manchmal übersehen und häufig unterschätzt. Es hat schon

Benutzer gegeben, die sich nach einem getätigten Kauf wunderten, dass im gelieferten Datenbanksystem keine Daten enthalten waren. Dabei haben die Datenkosten einen viel grösseren Umfang als die ganze Datenbank und die Applikationssoftware zusammen.

Die im Informationssystem gespeicherten Daten haben nur so viel Aussagekraft, wie aktuell sie sind, d.h. wie gut sie erwartet werden. Nicht nachgeführte Daten haben eine desinformative Wirkung, die sehr gefährlich sein kann. In der Seefahrt sind schon viele Schiffe nur deshalb gestrandet, weil die Seekarten nicht nachgeführt waren. Auch die Ingenieure projektieren falsch, wenn die Grundlagedaten nicht korrekt sind. Nicht nachgeführte Informationssysteme haben inzwischen einen treffenden Namen bekommen: Datenfriedhöfe.

### Menschliche Probleme

Die bisher beschriebenen Probleme haben jeweils kausale Ursachen, die sich rational nachvollziehen lassen. Im Bereich der Informationstechnologie hat man es aber auch mit den beteiligten Menschen und deren Reaktion auf die eingeleiteten Veränderungen zu tun. Die psychologischen Auswirkungen der Informatikprojekte sind zu einem Forschungsthema unter dem Titel «Technologiefolgeabschätzung» geworden.

Die menschlichen Probleme tauchen nicht auf, wenn im Projekt alles rund läuft. Weil dies aber schon aus sachlichen Gründen nicht so ist, geraten Werte unter Druck, welche den Menschen sehr wichtig sind, wie z.B. ihre Glaubwürdigkeit, Kompetenz, Akzeptanz usw. und für welche sie bereit sind, «auf die Barrikaden» zu steigen. Auch eine häufig zu beobachtende Angst vor einem Gesichtverlust birgt sehr viel Konfliktstoff in sich, der nicht ignoriert werden darf. Es ist wichtig, diese Problematik zu enttabuisieren und die Diskussion darüber auszulösen, weil deswegen schon oft an sich gute Informatikprojekte gescheitert sind.

Die an den Informatikprojekten beteiligten Personen haben verschiedene Hintergrundkenntnisse, welche mit ihrer Ausbildung, ihrem Beruf und der Lebenserfahrung zusammenhängen. Der Wissens- und Informationsstand ist eine subjektive Grösse, die den Menschen Halt gibt und die sie nur durch eine individuell geführte Argumentation zu ändern bereit sind. Genau dies ist aber beim Aufbau eines Informationssystems nicht immer möglich, da man sich zur erforderlichen wissenschaftlichen Objektivität meistens unter grossem Zeitdruck durcharbeiten muss. Der Ruf nach

einer stärkeren Zusammenarbeit zwischen dem Benutzer und dem Softwareentwickler entspringt praktisch immer einem Bedürfnis nach einer Vertiefung der Mensch-zu-Mensch-Kommunikation. Der Wunsch nach Überprüfung des Problemverständnisses ist beim Benutzer wesentlich ausgeprägter als beim Informatiker, weil die Informatik das Fach verändert und nicht umgekehrt. Es ist für viele Fachleute schwierig, sich durch logische Argumente von Grundsätzen zu lösen, welche einen wesentlichen Teil des Fundaments ihrer Wertordnung und ihrer Sicherheitsbedürfnisse ausmachen. Dies ist der Ausgangspunkt, an welchem die Gesetze der Logik ausser Kraft gesetzt werden und negative gruppendynamische Vorgänge Oberhand gewinnen.

Die persönlichen Schranken, denen alle Menschen unterworfen sind, können weiter durch mentale (angelernte) Barrieren verstärkt werden, die sich in der Kommunikationskultur ausdrücken. Was für den einen eine klärende Frage ist, ist für den anderen eine unanständige, überflüssige, freche oder dumme Frage. Es ist häufig so, dass nicht der sachliche Inhalt, sondern unbewusste Freund-Feind-Bilder die Diskussion beherrschen, was im erlernten Misstrauen seine Wurzeln hat.

Das moderne Software-Engineering empfiehlt zu diesem Fragenkomplex ein Protokoll einzuführen, das zwischen den Beteiligten im voraus vereinbart werden soll (vgl. Kurs «Modernes Software-Engineering» des Institutes für Informatik der Uni Zürich, 1994):

Person A: Ich möchte das und das ...

Person B: Das ist richtig, aber ...

Person A: Sicher, aber ...

Person B: Sie haben Recht, aber ...

In diesem Dialog lassen die Diskussionspartner die vorangegangene Aussage zu, um sie anschliessend durch eigene Argumentation zu negieren. Die Diskussionsatmosphäre ändert sich, wenn anstatt «aber» das Wort «und» verwendet wird:

Person A: Ich möchte das und das ...

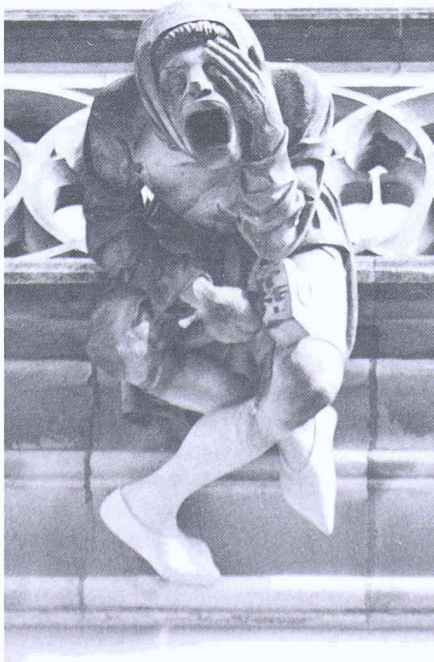
Person B: Das ist richtig und ...

Person A: Sicher und ...

Person B: Sie haben Recht und ...

Die veränderte Atmosphäre verbessert die gegenseitige Akzeptanz und die Bereitschaft zur Kooperation. Die Informatikprojektleiter werden in einem Rollenspiel geschult, die Diskussion zu versachlichen, ohne dass es einen Verlierer gibt. Solche Schulungsprogramme lehren Konflikte in einem Team aufzulösen.

Häufig gibt es aber nicht nur zwei Diskussionspartner, sondern mehrere, die keine klaren Rollen besetzen. In der Schweiz, einem Land mit langjähriger demokratischer Tradition, tendiert man dazu, alle Probleme demokratisch anzugehen.



Deshalb werden insbesondere bei integralen Projekten Vertreter aller beteiligten Fächer und Abteilungen delegiert. Dass dabei eine enorme Wissens-Heterogenität und ein Ungleichgewicht der Voraussetzungen zum Tragen kommt, liegt auf der Hand. Auch die Entscheidungen in einem solchen Gremium hängen mehr von emotionalen Randbedingungen und den herrschenden Machtverhältnissen als von sachbezogenen Überlegungen ab.

Es ist klar, dass ein solches Gremium die Frage richtig beantworten würde, ob Wasser bergab oder bergauf fliesst. Wenn aber Zusammenhänge zwischen formalen Vereinbarungen und abstrakten Konzepten hergestellt werden sollen, die nicht offensichtlich und einfach nachvollziehbar sind, kann es leicht zu Fehlentscheidungen kommen, die sich auf die Projektrealisierung negativ oder sogar vernichtend auswirken.

Es soll nicht behauptet werden, dass man bei Informatikprojekten undemokratisch vorgehen soll; ohne Teamarbeit kann nämlich kein Projekt realisiert werden. Das Team muss jedoch die Problemfelder restlos austragen können, ohne dass bei einzelnen Personen «Imageschäden» auftreten. Man kann nicht in ein Team von Chirurgen, welches beispielsweise ein neues Ope-

rationsverfahren entwickeln soll, auch Metzger delegieren mit der Begründung, sie verstünden ebenfalls etwas vom Fleischschneiden. Die Zusammensetzung und Ausgewogenheit des Teams ist für die Realisierung von Informatikprojekten von entscheidender Bedeutung.

Ein letzter Problemkreis, der die Ingenieure als Vertreter technischer Berufe an erster Stelle betrifft, ist die Berufsethik. Sie ist anders als z.B. bei Ärzten oder Juristen, was dazu beiträgt, dass den Leistungen dieser Berufskategorie nicht die gebührende Akzeptanz und Anerkennung in der Gesellschaft zukommen. Es ist natürlich nicht leicht, im Spannungsfeld der Konkurrenz und knapp werdender Mittel ethische Grundsätze durchzusetzen. Gerade die Ingenieure sind aber diejenige Berufskategorie, welche für die Gesellschaft beträchtliche Freiräume schafft. Um so mehr ist es notwendig, dass sich diese Berufskategorie die Freiräume nicht selbst wieder einengt.

Dieser Beitrag erscheint ebenfalls in der Zeitschrift «Informatik», Nr. 7 vom 1. Februar 1995.

## Literatur

- [1] Shannon C.E., Weaver W.: Mathematische Grundlagen der Informationstheorie. R. Oldenbourg Verlag München Wien 1976, Übersetzung der englischsprachigen Originalausgabe «The Mathematical Theory of Communication», University of Illinois Press, 1949.
- [2] Topsøe F.: Informationstheorie. Teubner Verlag Stuttgart, 1974
- [3] Benz/Peterhans: Informationsmanagement, ein Glossar wichtiger Begriffe mit deutschen und englischen Definitionen. Bericht 93.23 des Instituts für Informatik der Universität Zürich, 1993
- [4] Winterberger W.: Software-Qualitätssicherung hinkünftig ein Muss. Output 4/1993
- [5] Smebil G.: Vermessungswerke und Datenbanken. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, 5/1980
- [6] Abbott M.B.: Hydroinformatics: A Copernican revolution in hydraulics - Journal of Hydraulic Research, Vol. 32-1994

Adresse des Verfassers:

Georg Smebil, Senior Research Engineer, Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (Eawag), Abt. Ingenieurwissenschaften, Überlandstr. 133, 8600 Dübendorf

Janos Jacsman, Zürich

# Zum ökologischen Ausgleich im Siedlungsraum

**Immer mehr ist die Rede vom «ökologischen Ausgleich». Was sind die Inhalte dieses Ausgleichs, und welche kann dabei die Rolle des Siedlungsgebietes sein – diesen Fragen geht der nachfolgende Beitrag nach.**

Im Art. 18b Abs. 2 des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz (NHG) heisst es: «In intensiv genutzten Gebieten inner- und ausserhalb von Siedlungen sollen die Kantone für ökologischen Ausgleich mit Feldgehölzen, Hecken, Uferbestockungen oder mit anderer naturnaher und standortgemässer Vegetation. Dabei sind die Interessen der landwirtschaftlichen Nutzung zu berücksichtigen.» Die Formulierung lässt darauf schliessen, dass dem Gesetzgeber – trotz der Nennung des Siedlungsraumes – vor allem das landwirtschaftliche Kulturland als Zielraum des

ökologischen Ausgleichs vor Augen schwebte [1].

Die Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) vom 16. Januar 1991 hat diese einseitige Gewichtung insofern etwas abgeschwächt, als Art. 15 das Einbringen der Natur in den Siedlungsraum als einen wichtigen Zweck des ökologischen Ausgleichs aufzählt. Dennoch bleibt es weiterhin unklar, ob sich auch die anderen Zwecke auf die Siedlungen beziehen, und speziell welche Möglichkeiten für einen ökologischen Ausgleich in intensiv genutzten Siedlungen bestehen. Die Praxis konnte bis heute auf diese Fragen ebenfalls keine befriedigende Antwort geben, was in erster Linie darauf zurückzuführen ist, dass die bisherigen Beiträge zum ökologischen Ausgleich vor allem im Landwirtschaftsgebiet durchgeführt wurden [2].

In den folgenden Ausführungen sollen nun der Aufgabenbereich des ökologischen Ausgleichs im Siedlungsraum näher unter-

sucht, inhaltlich abgegrenzt und seine Möglichkeiten aufgezeigt werden. Zuerst wird aber generell der Frage nachgegangen, was nicht zum ökologischen Ausgleich nach Art. 18b Abs. 2 NHG gehört. Auf diese negative folgt eine positive Bestimmung der Begriffsinhalte. Abschliessend werden Massnahmen diskutiert, die dem ökologischen Ausgleich im Siedlungsraum dienen können.

## Begriffliche Abgrenzungen zum ökologischen Ausgleich

### Die direkten Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen

Die schweizerische Praxis der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung beruht auf Art. 18 Abs. 1ter NHG, der wie folgt lautet: «Lässt sich eine Beeinträchtigung schutzwürdiger Lebensräume durch technische Eingriffe unter Abwägung aller Interessen nicht vermeiden, so hat der Verursacher für besondere Massnahmen zu deren bestmöglichem Schutz, für Wiederherstellung oder ansonst für angemessenen Ersatz zu sorgen». Diese Bestimmung sagt klar aus, dass die direkte Kompensation von einzelnen Eingriffen in schutzwürdige Gebiete durch besondere Massnahmen keinen öko-