

Grenzflächen: Betrachtungen zum Zustandekommen guter Ingenieurleistungen

Autor(en): **Hänny, Jost**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **99 (1981)**

Heft 13: **SIA, Heft 2**

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-74452>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Grenzflächen

Betrachtungen zum Zustandekommen guter Ingenieurleistungen

Von Jost Hänni, Winterthur

Die Frage nach den Gründen schweizerischen Erfolges auf technischem Gebiet kann nur unvollständig mit Statistiken beantwortet werden. Eingehende Analysen der geschichtlichen, wirtschaftlichen und technischen Entwicklung helfen vielleicht; endgültige Aussagen sind damit nicht möglich. Deshalb will ich versuchen, diese Frage einmal ganz anders zu beantworten: über Beobachtungen und Erfahrungen, die zwar in keinen Statistiken enthalten sind, die aber mithelfen, die Frage zu beantworten: «Wie kommen gute Ingenieurleistungen zustande?» Stillschweigend setzt diese Frage voraus, das Erbringen einer guten Leistung werde von der Mehrheit der Menschen angestrebt. Ich glaube sogar, der Ehrgeiz, gute Leistungen zu erbringen, ist in der menschlichen Natur als Erbanlage gegeben.

Vergangenheit und Zukunft

Was heisst nun eigentlich «gute Leistung»? Die menschliche Tätigkeit besteht im allgemeinen im Verfolgen von Zielen. Mit guten Leistungen erreicht man ein Ziel sicherer und rascher. Man kommt rascher zum Erfolgserlebnis, und dies bedeutet für viele Menschen Befriedigung und neuen Ansporn.

Auf dem Weg zum Erfolg spielen Grenzflächen eine wesentliche Rolle; Grenzflächen in weitgefasster Bedeutung des Wortes. Schon einfache Beispiele zeigen uns, wie wir bei unserer Tätigkeit immer wieder auf Grenzflächen stossen. Stellen wir uns beispielsweise die Aufgabe, eine neue Maschine zu bauen, die einem bestimmten Zweck dienen soll, so umfasst die Lösung dieser Aufgaben zunächst zwei Bereiche von Überlegungen:

Einmal der *Rückblick*, die *Auswertung der Erfahrung*. Wir fragen: Was habe ich und was haben andere bisher zur Lösung ähnlicher Probleme beigetragen? Welche Methoden wurden angewandt? Welche Grundlagen sind bereits vorhanden?

Zum zweiten der *Ausblick*, die *Vorausschau*. Was könnte als Folge meiner Absicht geschehen? Wie wird das Umfeld aussehen, für das ich meine neue Maschine entwickle? Wie wird sie sich darin verhalten? Welche Massnahmen muss ich treffen, um das Ziel zu erreichen?

Wir denken also *mit* der Vergangenheit und *in* die Zukunft. Zwischen der Ver-

gangenheit und der Zukunft finden wir nun eine *erste Grenzfläche*, wir nennen sie *Gegenwart*. Sie ist durch die Angabe der momentanen Zeit eindeutig definiert (Bild 1).

Wenn ich meine Aufgabe erfolgreich lösen will, ist es wichtig, dass ich in beiden Bereichen «zu Hause» bin, die an der Grenzfläche «Gegenwart» zusammenstossen. Ich benötige also sowohl Erkenntnisse der Vergangenheit als auch Vorstellungen in die Zukunft. Denn wer nur in die Zukunft lebt, ist ein Phantast. Seine Absichten sind mangels Erfahrung zum Scheitern verurteilt. Und wer nur in der Vergangenheit lebt, kann nicht planen. Er kommt zu keinen Entschlüssen, er kann sich nicht zu Neuem entscheiden. Wer schliesslich direkt auf unserer Grenzfläche – der Gegenwart – lebt, hat eine viel zu schmale Basis und wird laufend von Fakten aus Vergangenheit und Zukunft überrascht.

Dieses einfache Beispiel zeigt bereits die Wichtigkeit einer grenzflächen-durchdringenden Denkweise und Tätigkeit. Eine optimale Lösung kann nur durch eine günstige Kombination von Erkenntnissen aus beiden anstossenden Bereichen gefunden werden.

Verfahrenstechnik und Maschinenbau

Eine andere Grenzfläche, die wir kurz betrachten wollen, finden wir in der chemischen Verfahrenstechnik (Bild 2). Damit die vom Chemiker entwickelten

Prozesse zur grosstechnischen Produktion von Stoffen dienen können, müssen Maschinen und Apparate zu Produktionsanlagen zusammengefügt werden. Weder der Chemiker allein noch der Maschineningenieur allein kann die optimale Ausführung solcher Anlagen sicherstellen. Für den Erfolg werden wiederum ausgewogenen Kenntnisse beider Seiten, des chemischen Prozesses wie der Maschinen und Apparate, benötigt. Nur wer über die Grenzflächen hinweg optimiert, kann entscheiden, ob eine Verfahrensänderung oder eine Konstruktionsänderung zu grösserer Wirtschaftlichkeit oder besseren Produkten beiträgt.

Hardware und Software

Ähnlich wie seinerzeit die Verfahrenstechnik als Grenzflächenfachgebiet aus einem praktischen Bedürfnis heraus neu entstanden ist, erlangen laufend neue Grenzbereiche praktische Bedeutung.

Erwähnt seien zum Beispiel die *Biotechnik* oder die *Optoelektronik*. Bei der *Mikroprozessortechnik* sind sogar mehrere Grenzflächen festzustellen. Am bekanntesten sind die beiden Bereiche der Hardware und der Software (Bild 3). Bei Grosscomputern konnten bisher die Spezialisten mehr oder weniger jeder für sich arbeiten. Der Software-Spezialist baute keine detaillierten Kenntnisse der Hardware.

Die Anwendung von *Mikroprozessoren* verlangt jedoch eine optimale Kombination beider Bereiche. Die Verwendung des Mikroprozessors zum Beispiel in einfachen Geräten benötigt einen mi-

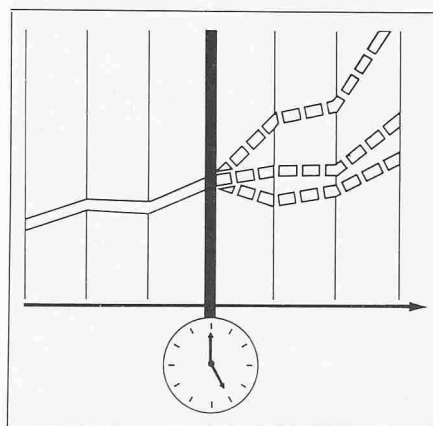


Bild 1. Die Zeit als Grenzfläche zwischen Vergangenheit und Zukunft

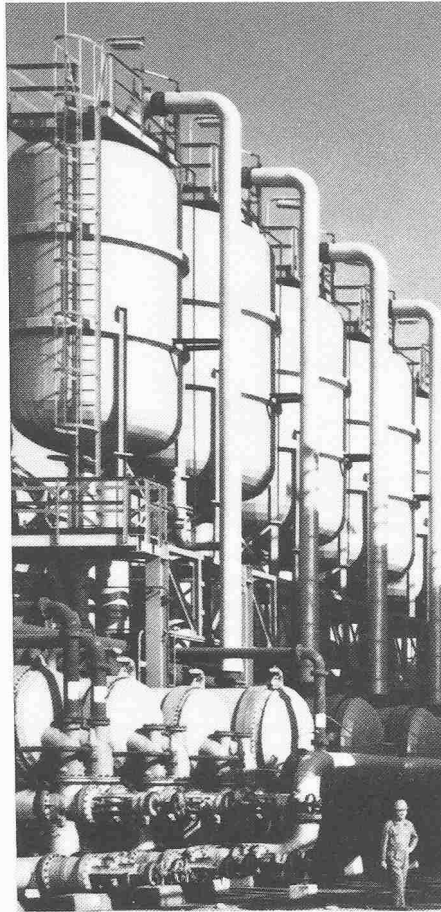
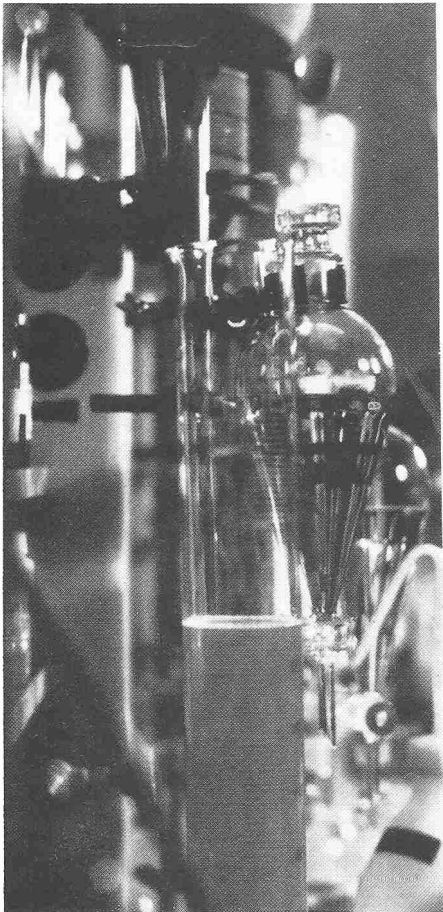


Bild 2. Grenzfläche zwischen Verfahrensentwicklung im chemischen Labor und Grossanlage

nimalen Hardware-Aufwand bei maximaler Zuverlässigkeit und Redundanz. Der Informatiker kann seine Steuersysteme und Computerprogramme nur richtig aufbauen, wenn er die dynamischen Vorgänge der zu steuernden Maschine versteht. Umgekehrt kann der Maschineningenieur nur dann ein Pflichtenheft für den Regeltechniker oder Software-Spezialisten aufstellen, wenn er dessen Möglichkeiten, Methoden und Grenzen kennt.

Selbst zwischen Hardware und Hardware gibt es Grenzflächen, wenn zum Beispiel die Mikro- und Pico-Ströme eines Mikroprozessors in grosse Stellkräfte von Servomotoren umgesetzt werden müssen. Für all diese Grenzflächen unterliegt der Erfolg einer Problemlösung der gleichen Notwendigkeit grenzflächendurchdringenden Denkens.

Es ist interessant, wie der Begriff «interface» vor allem in der Computer- und Leittechnik Bedeutung erlangt hat. Dabei wird dort nicht nur die Berührungsfläche zwischen physikalischen Strukturen verstanden, sondern auch die Abgrenzung zwischen verschiedenen Aufgabenbereichen. Diesen ins Abstrakte übertragenen Sinn haben auch wir bei den bisherigen Beispielen verwendet.

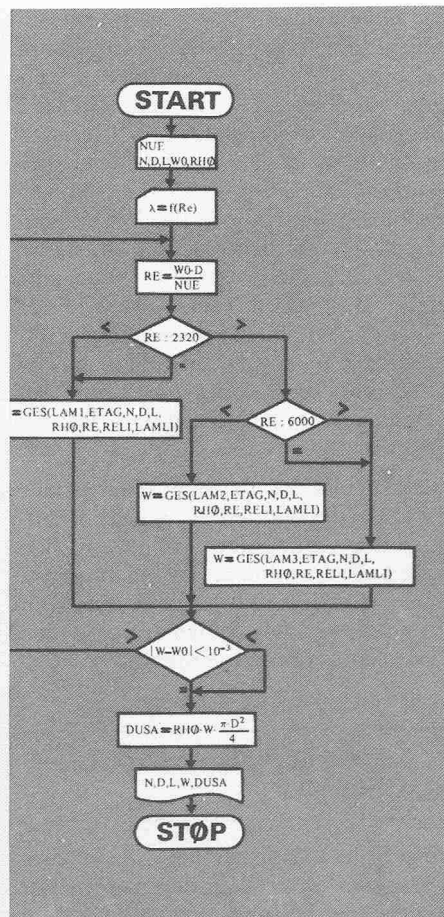
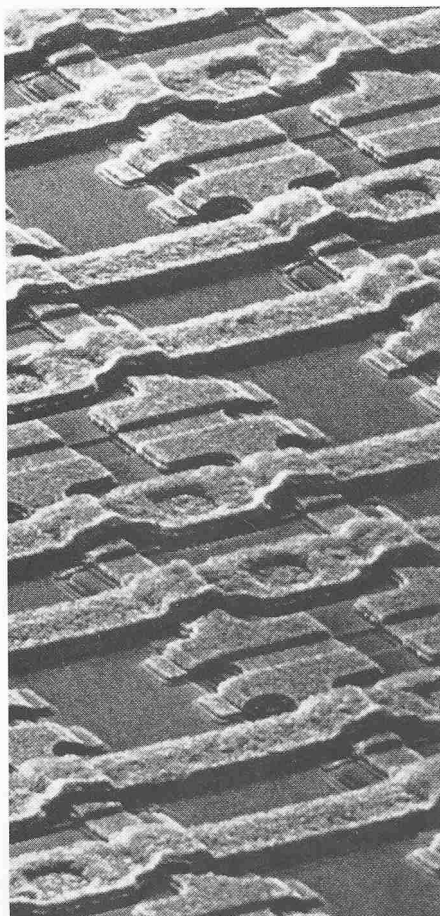


Bild 3. Grenzfläche zwischen Hardware und Software

Grenzflächen als Ort des Geschehens

Wer nun die Grenzflächen in rein physikalischem Sinn versteht, wird beobachten, dass sie in der Natur und in der Technik den Ort des Geschehens darstellen. Schon bei der Entstehung des Lebens haben *Zellmembranen* eine wesentliche Rolle gespielt. Einmal zur Abschirmung der lebenden Materie vor der Umwelt und zum anderen um eine eigene innere Ordnung sicherzustellen. Dann sind es gleiche oder ähnliche Membranen, durch die hindurch alle für das Leben notwendigen Austauschvorgänge stattfinden. Denken wir nur an die *Osmose* in Pflanzen, die *Atmung* von Mensch und Tier, an die *Nierenfunktion*, die *Regelung* der Körpertemperatur durch Schwitzen oder auch an die *Energieversorgung* der inneren Organe über das Blut.

In der Technik sind es die Grenzflächen zwischen *verschiedenen Medien*, an denen die Reaktionen stattfinden. Ein Gefälle irgendwelcher Art führt an den Grenzflächen zu *Austauschvorgängen*, die für Trennprozesse nutzbar gemacht werden können. An den Grenzflächen können sich aber auch vorhandene *Spannungen* auswirken und Energie freisetzen.

In *Turbomaschinen* oder bei *Flugzeugen* ist es das Verhalten des strömenden Mediums an der Grenzfläche, die Grenzschicht, welche die Eigenschaften und den Wirkungsgrad der ganzen Maschine bestimmt. Diese Grenzschichten beeinflussen den Widerstand von Schiffen und Flugzeugen, sie lösen Sekundärströmungen aus und bringen Wärmeaustauscherrohre zum Schwingen und Brechen.

Ein Beispiel besonderer Art ist die *Kavitation* (Bild 4). Wenn Flüssigkeiten durch Maschinen und Rohrleitungen strömen, ist es möglich, dass bei Stellen hoher Geschwindigkeit und tiefen Druckes der Dampfdruck des flüssigen Mediums unterschritten wird. Es entstehen Dampfbläschen, die zunächst rasch wachsen und bei späterem Druckanstieg an anderer Stelle wieder zusammenfallen. Die dabei erzeugten Flüssigkeitsschläge können das härteste und zähste Material in kurzer Zeit zerstören. Diese Erscheinung ist bei Wasserturbinen und Pumpen bestens bekannt. Daran sind zwei Grenzflächen beteiligt: die *Grenzfläche zwischen Dampfblase und Flüssigkeit* und jene zwischen *Flüssigkeit und angrenzender Wand*. Erst das gleichzeitige Vorhandensein beider Grenzflächen, das heisst aller drei Phasen führt zur Kavitation, und auch hier sind diese Grenzflächen der Ort des Geschehens.

Aber auch in übertragenem Sinne ist die Kavitation ein Grenzflächenphänomen. Um diese Schwierigkeiten zu bewältigen, werden gleich mehrere Spezialisten aus verschiedenen Fachbereichen benötigt: so der Strömungstechniker, der Thermodynamiker, der Schwingungsspezialist, der Metallkundler und der Chemiker. Es gibt kaum Spezialisten, die das Gesamtproblem beherrschen und allein ein entsprechendes Forschungsprogramm durchführen könnten.

Es ist unmöglich, in diesem Rahmen auf die fast unendliche Vielzahl von Grenzflächen im physikalischen Bereich einzugehen. Ich möchte lediglich nochmals die auch für abstrakte Vergleiche gültige Tatsache festhalten: Die Grenzflächen sind in unserer Welt der Ort des Geschehens. In übertragenem Sinne sind sie auch der Ort der Kreativität. Kreativität kann man deshalb als die Fähigkeit zum grenzflächendurchdringenden Denken definieren.

Gefühlsleben und Ratio

Wir verlassen nun den rein technischen Bereich und betrachten noch eine wesentlich kompliziertere Grenzfläche:

jene zwischen dem Gefühlsleben und dem rationalen Denken.

Zum besseren Verständnis ein kleiner entwicklungsgeschichtlicher Seitenblick in die *Entwicklung des Gehirns*. Dabei ist leider eine starke Vereinfachung der tatsächlichen Verhältnisse unvermeidbar. Gehirnforscher haben beim Menschen verschiedene Bereiche ermittelt, die entwicklungsgeschichtlich ein sehr unterschiedliches Alter haben und verschiedene Funktionen ausüben (Bild 5).

- Der *Gehirnstamm* steuert über das *vegetative Nervensystem* alle lebenswichtigen Funktionen unseres Körpers, wie Herzschlag, Atmung, Tätigkeit der inneren Organe. Die ganze Steuerung läuft weitgehend ohne unser Zutun ausserhalb unseres Bewusstseins ab. Die Entwicklung dieser Strukturen geht vielleicht bis über eine Milliarde Jahre zurück.
- Angrenzend an den *Gehirnstamm* befinden sich verschiedenartige Gebilde, wie der *Hypothalamus* und das *Limbische System*, die *Hoimar van Ditfurth* unter dem Begriff *Zwischenhirn* zusammengefasst hat. (Hoimar van Ditfurth: «Der Geist fiel nicht vom Himmel», Hoffmann und Campe, Hamburg, 2. Aufl. 1979). Ihr entwicklungsgeschichtliches Alter geht zum Teil in einige 100 Mio Jahre. Diese Nervenstrukturen sind verantwortlich für grundsätzliche Verhaltensweisen und Empfindungen, zum Beispiel Hunger, Sexualverhalten, Müdigkeit, Angst, Antrieb, Zorn, Depression, Wohlbefinden. In unserem Gehirn sind sozusagen aus der Entwicklungsgeschichte Verhaltensweisen vorprogrammiert. Die Auslösung solcher Programmabläufe wird durch biologische Vorgänge und Zustände beeinflusst. Sie sind mit dem Willen nicht voll beherrschbar. Es ist mir zum Beispiel unmöglich, durch einen reinen Willensakt fröhlich zu sein, wenn ich mich in einer traurigen oder depressiven Stimmung befinde. In einem Anfall des Zornes werde ich unter Umständen Dinge tun, die meine Vernunft nie zuliesse.
- Das *Grosshirn* schliesslich - als jüngstes Organ - bildet den Speicher für die Informationen aus der Aussenwelt und verarbeitet die Botschaften von den Sinnesorganen. Es ist im wesentlichen auch der Ort des rationalen Denkens und der Sprache.

Für unser Denken und Erleben ist es wesentlich, dass dem *Grosshirn* die meisten Informationen über die Strukturen des *Zwischenhirns* zugeleitet werden. Das *Grosshirn* erlebt zusammen mit den Informationen aus der Aussenwelt die im *Zwischenhirn* ausgelösten Instinkte, Stimmungen und Gefühle.

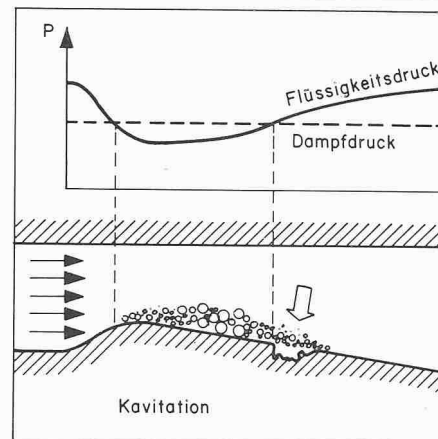


Bild 4. Prinzip der Strömungskavitation

Damit kann das Zwischenhirn eine Autonomie erlangen, die auch unser rationales Denken und die davon ausgelösten Handlungen in Beschlag nimmt. Auch der «objektivste» Experte wird - ob er will oder nicht - hiervon beeinflusst und gesteuert.

Wer ein Ziel erreichen will, unterdrückt unbewusst alle Gegenargumente. Er begründet seine Absicht mit objektiven und wissenschaftlichen Kriterien, jedoch nicht mit allen, die ihm bekannt sind oder sein könnten. Die Beweggründe für seine Handlungsweise sind nicht diese wissenschaftlichen Kriterien, sondern eine vor allem *emotionale Motivation*, wie der *Ehrgeiz* oder auch die *Freude an einer schönen Form*, an einem *einfachen Gedanken*. Aus diesen Gründen können Erfinder selten objektiv urteilen.

Die verschiedenen Bereiche unseres Gehirns sind durch *Neuronen* in derart komplexer Weise miteinander verknüpft, dass es nahezu unmöglich ist, zwischen dem Gefühl und der Vernunft eine klare Grenzfläche zu ziehen. Die Schlussfolgerungen, die wir für die Grenzfläche zwischen Vergangenheit und Zukunft schon getroffen haben, sind aber auch hier gültig: Wichtig für

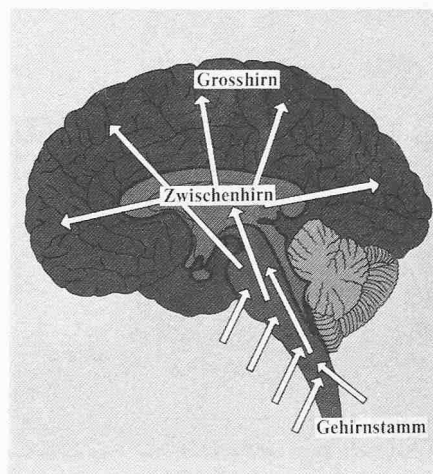


Bild 5. Querschnitt durch das menschliche Gehirn

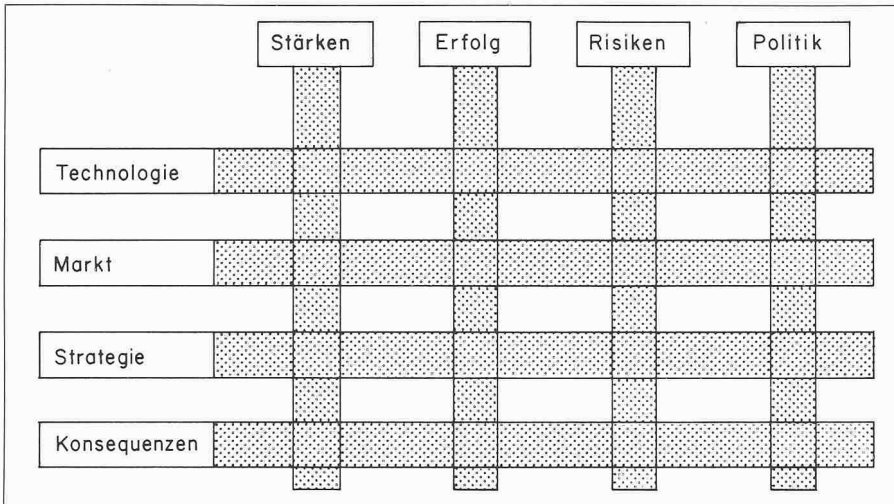


Bild 6. ICEPS. Beurteilungsschema für neue Produkte

den Erfolg ist immer die *gleichzeitige* Berücksichtigung beider sich an der Grenzfläche berührenden Bereiche. Es werden Kenntnisse von beiden Seiten benötigt.

So ist es zum Beispiel unmöglich, technisch schwierige Probleme mit Partnern zu lösen, die nur emotional engagiert sind. Ebenso wenig es möglich ist, schwierige technische Probleme, von denen eine Vielzahl von Menschen betroffen wird, nur mit rein wissenschaftlichen, also rationalen Methoden zu lösen. Die Kernenergie-Diskussion ist ein typisches Beispiel. Wenn über grosse Werke entschieden werden muss, liegt der letzte Entscheid nicht bei jenen, welche die Werke geplant haben oder sie bauen wollen. Es sind übergeordnete Instanzen, oder Parlamente und Regierungen, die entscheiden, jedoch selten über genügend Fachkenntnisse verfügen. Jeder Entscheid ist aber ein *Willensakt*, der aus einer Motiva-

tion heraus erfolgt und demzufolge emotionaler Natur ist. Ein reines Aufzählen sogenannter «objektiver» Argumente genügt nicht für die emotionale Motivation. Damit ein grosses Werk zustande kommen kann, ist es wichtig, dass sämtliche Beteiligten sich auf beiden Seiten der Grenzfläche «zu Hause» fühlen und die Kenntnisse beider Bereiche zum Tragen bringen.

Für die Schlussfolgerungen, die beispielsweise Sulzer aus diesen Tatsachen gezogen hat, ein kleines Beispiel. Jedes Unternehmen ist für sein Überleben auf dem Markt darauf angewiesen, sich den Veränderungen unserer Welt anzupassen und entsprechende neue Produkte zu entwickeln. Für die Beurteilung von Vorschlägen für neue Ideen oder Produkte haben wir eine Methode entwickelt, die wir ICEPS nennen (Bild 6). ICEPS heisst: *Interactive cross evaluation and portfolio selection*. Es werden dabei vier objektive sachliche Bewertungskriterien (links) vier subjektiven Gesichtspunkten der Beurteilung (oben) gegenübergestellt. Zu jedem Kreuzungspunkt zwischen Bewertungskriterium und Beurteilungsgesichtspunkt gehört eine Beschreibung in Worten. Sowohl für die erste Idee als auch für ein ausgereiftes Projekt wird in gleicher Weise vorgegangen – natürlich in verschieden ausführlicher Form. Dadurch wird der technische Sachbearbeiter, der die Fragebogen ausfüllen muss, von Anfang an mit den später massgebenden emotionalen Beurteilungen konfrontiert. Der Entscheidende andererseits weiss, wie weit sich sein Entscheid auf sachliche Argumente und inwieweit auf emotionale Beurteilungen stützt.

Die richtige Kombination von rationaler und emotionaler Denkweise ist mit einem Segelboot vergleichbar (Bild 7). Es bewegt sich auf der Grenzfläche zwischen Wasser und Luft, indem es die Eigenschaften beider Bereiche in opti-

maler Weise ausnutzt. Das Wasser trägt das gesamte Gewicht des Bootes und gibt ihm mit Hilfe von Kiel und Steueruder den richtigen Kurs. Man könnte das Wasser der Vernunft gleichsetzen. Die Kraft zum Antrieb des Bootes kommt jedoch aus dem Wind. Die strömende Luft würde daher der Emotion und dem Gefühl entsprechen. Man weiss nicht immer woher der Wind kommt. Auch kann er sehr stürmisch blasen. So lassen wir Techniker uns von der Emotion antreiben, um den Kurs zu fahren oder die Aufgaben zu lösen, die durch das rationale Denken festgelegt sind. Voraussetzung für das Segeln ist wiederum die optimale Ausnutzung der Eigenschaften beider Bereiche. Mit geschickter Kurswahl und geeigneter Segelstellung ist es sogar möglich, gegen den antreibenden Wind aufzukreuzen. Starke Böen werden beispielsweise durch Fieren der Segel pariert.

Vorgesetzte und Mitarbeiter

Als letztes Beispiel erwähne ich eine Grenzfläche, die sowohl im *technisch-organisatorischen* wie auch im *emotionalen* Bereich grosse Bedeutung hat. Es ist die Grenzfläche zwischen Vorgesetzten und Mitarbeitern, zwischen Befehlgebenden und Ausführenden. Diese betrifft uns alle, in allen Stufen der Hierarchie. Jeder von uns ist in gewissen Bereichen Befehlender und in anderen Bereichen Ausführender.

Eine *hierarchische Stufenbildung* finden wir *bei allen evolutionären Prozessen*. Sie ist unter Umständen gefährlich und kann zu ganzen Zusammenbrüchen führen, wenn gleichzeitig eine Trennung zwischen Generalisten und Spezialisten stattfindet, denn es ist gefährlich, wenn der Befehlende Entscheide fällt, ohne zu wissen, was seine Anordnungen im einzelnen für Auswirkungen haben. Es ist gefährlich, wenn übergeordnete Stellen Entscheide fällen und sich dabei lediglich auf die Gutachten von Fachkommissionen stützen können und praktisch keine eigene Beurteilungsmöglichkeit haben. Auch bei diesen hierarchischen Grenzflächen sind für den Erfolg Kenntnisse und Erfahrungen von beiden Bereichen nötig. Diese Behauptung gilt auch für den Ausführenden. Er muss wissen, welche Massnahmen seines Chefs möglich sind, um sein eigenes Ziel erreichen zu können. Er muss sich in die Haut des Chefs versetzen können.

Bei organisch gewachsenen Unternehmen ergeben sich diese Kenntnisse von selbst, weil die meisten Chefs zuerst das «Steinklopfen» gelernt haben. Gefährlicher ist es, wenn der Vorgesetzte von



Bild 7. Segelboot als Sinnbild rationaler und emotionaler Denkweise

der Schule weg einen Chefposten erhält.

Wir können das für eine hierarchische Zusammenarbeit notwendige Ausbildungsprofil graphisch in einem Quadrat darstellen, zum Beispiel wenn wir die horizontale Richtung mit der Breite der Ausbildung und die vertikale mit ihrer Tiefe vergleichen. Ein horizontaler Balken bedeutet in dieser Darstellung eine breit gefächerte, aber dafür oberflächliche Ausbildung. Ein Spezialist mit vertieften Kenntnissen wird durch eine vertikale Säule dargestellt. Für die grenzflächendurchdringende Denkweise wird demzufolge ein T benötigt (Bild 8). Es stellt einen Ingenieur dar mit einer guten Übersicht über viele Fachgebiete und vertieften Kenntnissen auf mindestens einem davon, das seine Urteilskraft für die Arbeiten seiner Untergebenen fördert. *Ideal* wäre ein voll ausgefülltes Quadrat. Dieser Zustand kann in angenäherter Weise von einem team work erreicht werden, wenn es den Vorgesetzten T's gelingt, eine genügende Anzahl von Spezialisten genügend nahe zusammenzukoppeln.

Aus all unseren vielfältigen Beispielen ergibt sich immer wieder eine gleiche Antwort auf die eingangs gestellte Frage: Wie kommen gute Ingenieurleistungen zustande? Es ist die Notwendigkeit für den einzelnen, bei allen im Leben auftretenden Grenzflächen jeweils beide anstossenden Bereiche zu kennen und ihre Eigenschaften miteinander zu

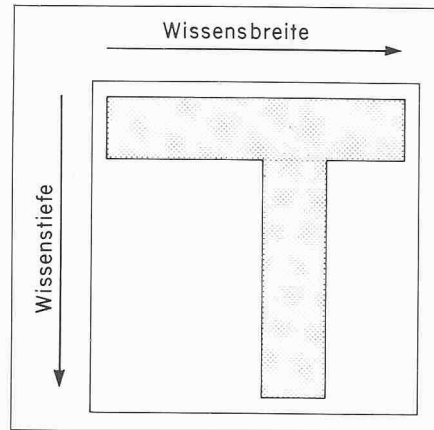


Bild 8. Darstellung des Wissensstandes eines Ingenieurs bezüglich Breite und Tiefe

kombinieren. *Der Ingenieur benötigt Kreativität als grenzflächendurchdringende Denkweise.*

Die Schweiz, ein Grenzflächenstaat?

Wenn wir unsere Überlegungen zum Schluss noch auf die *Schweiz* anwenden, liegt die Vermutung nahe, viele schweizerische Erfolge darauf zurückzuführen, dass die *Schweiz selbst ein Grenzflächenland* ist. In der Schweiz scheinen mir optimale Voraussetzungen für eine grenzflächendurchdringende Denkweise und demzufolge auch für gute Ingenieurleistungen gegeben:

- Fünf verschiedene Staaten stark unterschiedlicher Wesensart stossen an die Grenzen.
- Die Schweiz liegt in Europa an der Trennlinie zwischen Norden und Süden. Von den Palmen gelangt man nur in etwa zwei Autostunden zum ewigen Schnee.
- Das dichte Verkehrsnetz des Landes trägt dazu bei, die Grenzflächen leicht zu durchstossen.
- Vier verschiedene Sprachregionen integrieren die Kulturkreise der verschiedenen Völker, denn nahezu jeder Schweizer spricht zwei oder drei Sprachen.
- Und eine besondere Bedeutung hat auch die Schweizer Armee. Dort werden junge Schweizer verschiedenster Herkunft und Berufe zwangsweise zu gemeinsamen Aufgaben herangezogen.

Dies alles fördert die soziale Toleranz, das Verständnis für den Andersdenkenden, ein *optimales Grenzflächenverhalten für das ganze Leben*.

Übersetzung und wenig gekürzte Fassung eines Vortrags, der in San Francisco zum 100jährigen Jubiläum der «American Society of Mechanical Engineers (ASME) gehalten wurde. Bei der Gelegenheit erhielt Dr. Hännly die Ehrenmitgliedschaft der ASME.

Adresse des Verfassers: Dr. J. Hännly, dipl. Masch.-Ing. ETH, Forschungsdirektor, Gebr. Sulzer AG, 8401 Winterthur.