

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 112 (1994)
Heft: 19

Artikel: Die unternehmerische Aufgabe des Ingenieurs und des technischen Naturwissenschaftlers: Anmerkungen und Fragen zu Zielen, Zielkonflikten und Einflussmöglichkeiten
Autor: Regenass, Willy
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-78431>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 24.03.2025

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

Wenn Ingenieure und Naturwissenschaftler ihre Tätigkeiten selbstkritisch hinterfragen und die durch ihre Arbeiten erzielten Resultate analysieren, so zeugt das von einer hohen ethischen Grundhaltung und hoher Achtung vor Gesellschaft und Natur. Da die gegenseitige Beeinflussung all unseres Tuns sehr gross und komplex ist, sind die Grenzen des Betrachtungsrahmens möglichst weit zu stecken. Dies garantiert zwar noch nicht, dass alle negativen Einflüsse unserer Forschung und Entwicklung zu 100% eliminiert werden können, doch ist zu bedenken, dass es eine absolute Sicherheit nicht geben kann.

Der nachfolgend wiedergegebene Vortrag von Professor W. Regenass legt deutlich die Komplexität unserer Aufgaben dar. Deren Lösung kann nur durch ein interdisziplinäres Spezialistenteam gefunden werden. Die ganzheitliche Betrachtung erfordert von jedem einzelnen ein grosses Mass an Toleranz und Objektivität gegenüber seinen Teamkollegen. Beste Voraussetzungen dafür sind die Bereitschaft, von anderen Wissenschaftlern zu lernen und ihre Forderungen und Ziele zu akzeptieren. Eine grosse Unbekannte und sehr schwierig abzuschätzende Grösse ist der Langzeiteinfluss auf Natur und Gesellschaft. Erst die Berücksichtigung aller Zielvorstellungen wird uns der optimalen Lösung am nächsten bringen.

U. Lattmann, Präs. der SIA-Fachgruppe
für Verfahrens- und Chemieingenieur-Technik (FVC)

Die unternehmerische Aufgabe des Ingenieurs und des technischen Naturwissenschaftlers

Anmerkungen und Fragen zu Zielen, Zielkonflikten und Einflussmöglichkeiten

Der Autor diskutiert genutzte und verpasste Chancen auf den Gebieten Emissionskontrolle, Produktesicherheit, Ressourcenschonung und Investitionsoptimierung und stellt seine Sicht eines Verhaltens dar, das im Einklang steht mit einer nachhaltigen Entwicklung.

Anstoss für diesen Beitrag war eine Diskussion bei der Planung des SIA/FVC-

VON WILLY REGENASS, BASEL

Treffens anlässlich der ILMAC 1993, bei welcher festgestellt wurde,

- dass das öffentliche Ansehen der höheren technischen Berufe noch nie so gering war wie gerade jetzt,
- dass bei den jüngsten Reorganisations in grossen Firmen die Vertreter der Technik beträchtlich an Einfluss verloren haben,
- dass - in der Schweiz erstmals seit fast 40 Jahren - qualifizierte Absolventen von technischen Hochschulen und von Ingenieurschulen keine Stellen finden
- und dass dies natürlich die bereits angeschlagene Attraktivität einer höheren technischen Ausbildung bei Mittelschulabgängern und technischen Berufsschulen weiter senkt.

Der Kreis war sich damals nicht einig, ob das eben gezeichnete Bild nicht zu

düster oder gar negativ verzerrt ist und wie weit die technisch Verantwortlichen am heutigen Malaise selbst schuld sind. Aus meiner Sicht ist das Bild etwa richtig. Manche Ursachen des beschriebenen Zustands liegen in Trends ausserhalb unserer Einflussmöglichkeiten, aber unsere Mitschuld ist beträchtlich:

- Wir orientieren uns ungenügend über grössere Zusammenhänge.
- Wir setzen allzuoft unsere Ziele zu kurz, konservativ oder einfach falsch.
- Wir kommunizieren schlecht, oft sogar in unserer ureigensten Fachdisziplin.

Mit «wir» meine ich im folgenden die für die Technik im weiteren Sinn verantwortlichen Frauen und Männer.

Ich möchte diese Ansicht begründen mit einem Blick in die Vergangenheit, mit Reminiszenzen aus nun gerade 32 Berufsjahren in verschiedenen Rollen des technischen Geschehens eines chemischen Grossunternehmens und dann versuchen, einen realistischen Ausblick zu geben.

Leicht überarbeiteter und gekürzter Vortrag, gehalten am 19.10.1993 an der Tagung der Fachgruppe für Verfahrens- und Chemieingenieur-Technik des SIA anlässlich der ILMAC 93 in Basel

Zielkategorien

«Unternehmen» heisst Zielvorstellung strategisch und operativ in die Tat umsetzen oder, in neuerem Deutsch: Visionen realisieren. Als Zielkategorien sehe ich:

- egozentrische/egoistische wie Wohlstand, Einfluss, Selbstverwirklichung,
- bedingt altruistische (z.B. zum Wohle eines Unternehmens oder eines Gemeinwesens),
- ethische: die Welt unseren Nachkommen in einem Zustand zu überlassen, der ein lebenswertes Leben möglich macht.

Es gibt Leute, welche diese ethischen Ziele grundsätzlich in Frage stellen. In einem Firmen-Magazin [1] habe ich kürzlich folgendes Zitat gefunden: «Das primäre Motiv des Wissenschaftlers ist die egoistische Befriedigung persönlicher Neugier. Er arbeitet nicht für das Wohl der Menschheit, sondern für sich selbst.» (J. Baldwin, Leiter des Oxford Centre for Molecular Sciences). Einige persönliche Erfahrungen könnten diese Ansicht stützen. Dennoch sollen im folgenden die beiden höheren Zielkategorien angesprochen werden und die egozentrische der individuellen Einschätzung der Leser überlassen bleiben. Die Themen sind also: Umwelt, Ressourcen, Beschäftigung und Investitionen.

Umwelt

Der Begriff Umwelt hat viele Facetten, von der Sicherheit der Mitarbeiter am Arbeitsplatz über Emissionen im lokalen und globalen Bereich (Stichwort Treibhauseffekt) hin zu Sicherheit und Umweltverträglichkeit und zum Gebrauchswert der Güter, die wir erzeugen.

Umwelt war kein Thema für die frühen Unternehmer; Quellenzitate sind beispielsweise nachzulesen im Heft «Risiko», das 1992 in Basel von Industrie und staatlichen Umweltschutzstellen gemeinsam herausgebracht wurde [2]. Im Bereich «Schutz der Mitarbeiter» hat das schnell geändert. Diesbezüglich ist die chemische Industrie, vorab die

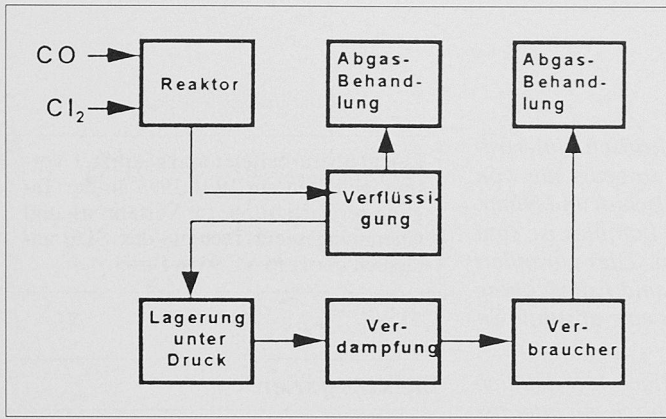


Bild 1a. Konventionelle Phosgen-Versorgung

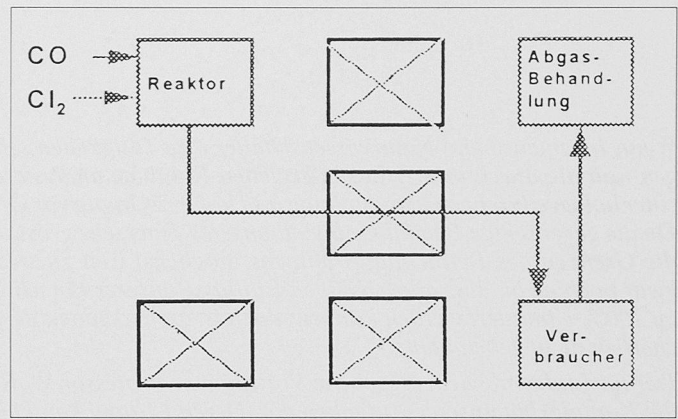


Bild 1b. Dynamischer Generator (Synthese nach Bedarf)

schweizerische, ein Musterknabe, wie alle Statistiken zeigen.

Emissionskontrolle

Bezüglich Emissionskontrolle waren die Chemiker retardiert; nicht nur die «Techniker», auch die Forscher; von löblichen Ausnahmen abgesehen. Wir haben zu spät geschaltet und erst noch halbherzig und zum Teil Massnahmen getroffen, über deren Unzweckmässigkeit man sich im Rückblick nur wundern kann.

Ich erinnere mich an meinen ersten Besuch in einem Farbenwerk im Ausland. Dort hatte man damals mit Stolz eine geordnete Deponie angelegt. Man hatte eine Grube im Sand mit verschweissten Kunststoffbahnen ausgelegt und Fässer mit Rückständen ordentlich darin aufgeschichtet. «Wenn das hält?» war meine stille Frage. Inzwischen wissen wir, dass es nicht gehalten hat. Lösungsmittel, z.T. chlorierte, sind in Grundwasserschichten eingedrungen, die der Wasserversorgung dienen. Das Werk ist an seinen Ökologieproblemen zugrunde gegangen. Wir betreiben dort eine grosse Abwasserreinigungsanlage zur Reinigung des kontaminierten Grundwassers, zu Kosten, die sicher das Hundertfache dessen betragen, was die richtige Lösung zur richtigen Zeit gekostet hätte.

Ähnliches kurzfristiges Denken habe ich im Laufe meiner Tätigkeit immer wieder angetroffen, und zwar vor allem bei den für die Produktion direkt Verantwortlichen. Was nicht direkt dem Produktionsauftrag diene oder diesen gar potentiell störe, war unbeliebt; z.B. die prozessinterne Rezyklierung von Hilfsstoffen, wenn daraus Regenerate resultierten, die weniger rein waren als die käuflichen Rohstoffe; selbst wenn die Regenerate billiger waren.

Es gab zu keinem Zeitpunkt eine Direktive von «oben», nur das gesetzliche Minimum zu tun. Im Gegenteil, progressive Ideen wurden durchaus unterstützt: Als 1979 beschlossen wurde, in

unserem Werk Monthey die Sicherheit der Phosgenproduktion (speziell des Lagers), die allen behördlichen Auflagen entsprach, noch weiter zu verbessern, standen zwei Projektvarianten zur Diskussion (Bild 1): eine konservativ-konventionelle (Sicherung des Lagers durch doppelte Hülle und Tiefkalt-Lagerung) oder der Verzicht auf Lager durch Phosgen-Erzeugung nach Bedarf in dynamisch betriebenen Reaktoren.

Phosgen wird hergestellt durch Umsetzung von CO und Cl₂ in der Gasphase an Aktivkohle als Katalysator. Konventionelle Anlagen werden mit zeitlich konstanten Durchsätzen und einem beträchtlichen CO-Überschuss betrieben. Das Rohgas wird unter Druck verflüssigt, das überschüssige CO wird einer Abgasbehandlung zugeführt. Das Phosgen wird flüssig unter Druck gelagert, nach Bedarf verdampft und gasförmig den Verbrauchern zugeführt. Wenn es gelingt, den Reaktor dynamisch und mit minimalem CO-Überschuss zu betreiben, so dass auf Verflüssigung und Lagerung verzichtet werden kann, so wird die Anlage einfacher und wesentlich sicherer. (Hauptgefahrenpotential ist die Flüssiglagerung unter Druck.)

Der Widerstand sowohl der Produzenten wie der Phosgenverbraucher im Werk gegen die zweite Variante war beträchtlich. Die Argumente waren: mangelnde Versorgungssicherheit und fragile Qualität des so erzeugten Phosgens. Es brauchte den ganzen Einsatz des Konzernsicherheitschefs und die schützende Hand des für Sicherheit verantwortlichen Konzernleitungsmitglieds, die progressive Lösung durchzusetzen, welche die Gefährdung eliminiert statt bloss reduziert [3]. Das dadurch entstandene Know-how wird heute von einem Apparatebauer [4] weltweit propagiert.

Dieses Beispiel soll deutlich machen, dass Sicherheit, wie auch Umweltschutz, nicht immer Zusatzeinrichtungen und Zusatzaufwendungen brau-

chen. Die einfachste Lösung ist oft die beste. Sie ist nur realisierbar durch ganzheitliches Planen.

Ein letztes Beispiel zum Stichwort Emissionen hat seinen Ursprung im Arbeitsschutz. In der Farbstoffproduktion müssen viele Feststoffe umgeschlagen werden, die früher fast ausschliesslich in Säcken oder Fässern angeliefert wurden. Da Staubexposition von Betriebsarbeitern ein ernsthaftes Problem ist, hat man sich in den sechziger Jahren angewöhnt, die Betriebe durch die Kessel zu lüften. Typisch waren in einem Farbstoffbetrieb, welcher im Jahresmittel eine Tonne Farbstoff pro Stunde erzeugt, Ventilatoren für 20 000–30 000 Normalkubikmeter Abluft pro Stunde installiert; pro Tonne Produkt wurden also 26–40 to Luft sehr leicht kontaminiert.

Das ging gut, solange man diese Luft übers Dach blasen konnte. Mahnungen der in den Firmen für Ökologie Verantwortlichen wurden von manchen Betrieben erst gehört, als es für grundlegende Massnahmen zu spät war. So findet man nun vereinzelt überdimensionierte thermische Abluftanlagen (Bild 2), die nur der Gesetzeskonformität dienen und nicht der Luftreinhaltung: Organische Schadstoffe werden durch Abgase (NO_x) ersetzt, die aus meiner Sicht schädlicher, aber (weil unvermeidlich) gesetzeskonform sind. Überdies wird im grossen Stil Energieverschwendung zelebriert.

Zusammenfassend zum Stichwort Emissionskontrolle im kleinen: Vieles ist sehr viel besser geworden in den letzten zwanzig Jahren. Der Anfall an Abfällen aus dem Produktionsbereich ist rückläufig; z.T. so sehr, dass wir nun mancherorts Überkapazitäten haben bei den «End of Pipe»-Anlagen. Hauptursache für Fehlentwicklungen, welche stattgefunden haben, waren mangelnde Einsicht in den nötigen Wandel und ungenügendes Hinterfragen der gerade üblichen Bräuche.

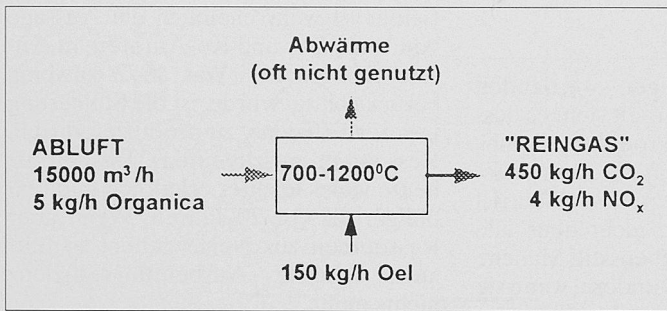


Bild 2. Thermische Abluftreinigung

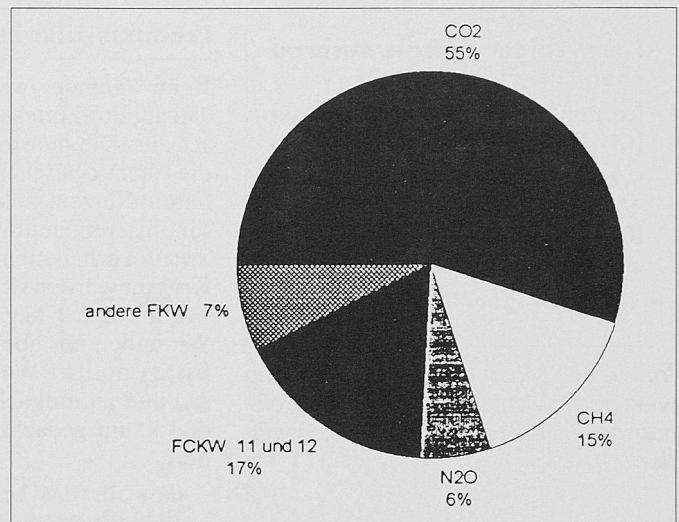


Bild 3. Der Beitrag der vom Menschen emittierten Gase zum Treibhauseffekt in den achtziger Jahren

Ökobilanzen

Vor der Diskussion der Emissionen im grossen (Treibhauseffekt) ist auf eine weitere Unterlassung der Techniker hinzuweisen. Sie mussten sich vor nicht allzu langer Zeit von den Betriebswirten sagen lassen, dass man Ökobilanzen machen soll; obwohl Bilanzdenken, angefangen mit Massen und Energie-Erhaltungssätzen, eigentlich zum Fundament der Technik gehört. Wir haben für einige unserer Produkte solche Ökobilanzen erstellt [5] und zu mancher Leute Überraschung festgestellt, dass die mit der internen Energieerzeugung verbundenen Emissionen über 90% der Schadstoffbilanzen dieser Produkte ausmachen. Das unterstreicht die Bedeutung der Energienutzung als Umweltproblem, gerade da, wo zur konventionellen Lösung von Umweltproblemen in grossen Mengen Energie verbraucht wird.

Treibhauseffekt

Der Treibhauseffekt ist heute in aller Munde, mit eigenartigen Folgen. In den Tageszeitungen finden sich ganzseitige Inserate: «Braucht Gas – die umweltfreundliche Energiequelle» (unterproportionale CO₂-Erzeugung, kein SO₂) und Gegeninserate der am Ölumsatz Interessierten, welche darlegen, dass Methan ein 30mal potenteres Treibhausgas ist als CO₂ und dass bei Einbezug der Verteilungsverluste (besonders für Gas aus dem Osten, wo die Verluste bei der Fassung und beim Transport unbeschreiblich sind) das Gas bezüglich Treibhauseffekt schlechter dasteht als das Öl.

So weit, so schlecht. Die ganze Diskussion ist eigentlich Spiegelfechtereie. Gas kann unseren Energiehunger nicht stillen. Wenn die, welche ein schlechtes Gewissen haben und es sich leisten können, Gas verbrennen, so steigt der Gaspreis, und die anderen müssen eben mehr Öl

brauchen. Langfristig werden wir ohnehin Kohle verbrennen müssen, mit ihrem viel schlechteren Energie-CO₂-Verhältnis; es ist daher ein Gebot der Stunde, die Kohlennutzung neu zu konzipieren.

Hauptschuldiger an unserer Energieverschwendung ist nicht der Industriesektor. Etwa zwei Drittel des gesamten Energieverbrauchs werden verursacht durch den Dienstleistungssektor und durch den privaten Bereich, für Komfortwärme (und -kühle) und für Transport. Hier sind wir Techniker und Naturwissenschaftler gleich dreifach gefordert:

- als Know-how-Träger und als Designer von Systemen für den Dienstleistungsbereich bzw. von Systemen, welche Dienstleistungen in Anspruch nehmen,
- als Auftraggeber für Dienstleistungen und
- als verantwortungsbewusste Individuen.

Als Folge der tiefen Energiepreise und der hochentwickelten Transporttechnik haben wir heute eine widersinnige Mobilität von Menschen und von Gütern, die von denen, die davon leben, vehement verteidigt wird. Man kann heute Waren für 1 Fr./kg über den Atlantik fliegen lassen. Mit dem Containerschiff kostet es fast nichts mehr. Für den Strassentransport gilt das gleiche. Die Folge davon ist eine Transportlawine, ausgelöst durch kleine individuelle Vorteile (welche volkswirtschaftlich klar schädlich sind). Das vielgepriesene «Just in time»-Fabrikationsprinzip (JIT) wird von kritischen Denkern daher auch mit «Just in truck» übersetzt. Das Argument, das sei eben eine zwingende Folge unserer freien Marktwirtschaft, kann ich nicht gelten lassen. Wenn ich in meinem Garten ganz freie Marktwirtschaft walten lasse, erhalte ich nur Unkraut.

Wer in die Karibik baden fliegt, verbraucht pro Person etwa soviel Energie, wie wenn sie/er die gleiche Strecke zu zweit in einem komfortablen Auto zurücklegen würde, und diese Energiemenge ist etwa soviel, wie einem Durchschnittserdenbürger heute pro Jahr zur Verfügung steht. Ich sage dies als selber Schuldiger. Ich habe die Überschlagsrechnung auf meinem ersten und vorsätzlich letzten Karibikflug gemacht, als wir «aus technischen Gründen» in Portugal zwischenlanden mussten, weil nämlich die vollen Tanks bei den gegebenen Winden für den Überflug nicht ausreichten – und habe sie später voll bestätigt gefunden. Die derzeitige touristische Völkerwanderung trägt mehr zum CO₂-Problem bei, als wir im Industriesektor kurzfristig bessern können.

Nun ist CO₂ nicht das einzige Treibhausgas. Die in Bild 3 gezeigte Graphik habe ich aus der Tagespresse [6], die sonst nicht meine Quelle naturwissenschaftlicher Einsichten ist, beiseite gelegt und bin stutzig geworden. Sie zeigt den Anteil der Komponenten am anthropogenen Treibhauseffekt. (Ich habe vor Jahren von meinen Studenten lernen müssen, dass der natürliche Treibhauseffekt, hauptsächlich durch Wasserdampf verursacht, essentiell ist für das Leben auf der Erde und dass wir bei Treibhausgasen in der Regel von anthropogenen Exzessen sprechen.) CO₂ macht da nur 55 % aus; und dieses CO₂ ist seit der ersten industriellen Revolution ausgestossen worden, «nur» die Hälfte davon in den letzten 40 Jahren. FCKW sind mit 24% vermerkt. Sie wurden erstmals in den dreissiger Jahren synthetisiert und erst nach 1960 in nennenswerten Mengen freigesetzt. Das würde bedeuten, dass vom laufenden Anstieg des Treibhauseffektes fast gleichviel von den FCKW herrührt wie vom CO₂. Da kann doch etwas nicht stimmen.

- **7% weniger Energie verbrauchen**
- **keinen Reis mehr anbauen (CH₄!)**
- **weltweit 37,5% (statt heute 12,5%) der Elektrizität mit Kernenergie erzeugen (d.h. dreimal mehr AKW)**
- **12% weniger FCKW austossen**

Tabelle 1. Massnahmen, welche den wirkungsgewichteten Ausstoss von Treibhausgasen (einzeln) um 3% senken würden

Ich habe diese Zweifel kürzlich gegenüber Prof. Renken (EPFL) geäussert. Renken hat mir darauf ein Editorial von Prof. Delmon (Inst. de Catalyse, Louvain) zugestellt. Delmon [7] braucht die gleichen Zahlen und fragt nach Massnahmen, die geeignet wären, den jährlichen Anstieg des anthropogenen Treibhauseffekts um 3% zu mindern. Seine Konklusionen sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Sie sind für mich erschütternd.

FCKW sind nun im Bann und sollen ab 2000 nicht mehr produziert werden dürfen, nicht wegen ihres Treibhauseffekts, sondern weil sie Ozonkiller sind. Gegen einige Ersatzprodukte, welche das Ozon in Ruhe lassen, aber treibhauswirksam sind, setzen sich zurzeit einige einsame Grüne zur Wehr.

Die Tabelle stellt auch das Potential der Kernkraft klar, die unbestritten bezüglich Treibhauseffekt eine saubere Energie ist. Sie kann die Energieabhängigkeit der High-Tech-Länder senken und in diesen Ländern der Exportwirtschaft helfen (d.h. Arbeitsplätze schaffen).

Einen wesentlichen Beitrag zur Gesamtenergieversorgung kann sie nicht leisten, solange wir im heutigen Ausmass Energie verbrauchen. Das Horrorszenario einer weitgehend auf Kernkraft basierenden Energieversorgung haben Mesarovic und Pestel [8] in ihrem «Zweiten Bericht an den Club of Rome» bereits vor 20 Jahren skizziert.

Delmon geht dann mit Aktionsprogrammen zur Minderung der CO₂-Emission ins Gericht (mit staatlich unterstützten Forschungs- und Entwicklungsprogrammen, vom Rapsdiesel bis zu CO₂ als Synthese-Rohmaterial) und zeigt, dass fast alle nutzlos oder gar kontraproduktiv sind. Wie soll der einzelne sich orientieren, wenn die höchsten wissenschaftlichen Gremien so orientierungslos erscheinen?

Produktesicherheit

Beim immer wichtiger werdenden Thema Produktesicherheit sieht es besser aus. Die meisten Produkte, die uns die Chemie beschert hat, sind von messbarem Nutzen; viele geradezu essentiell für unseren heutigen, nicht über alle Zweifel erhabenen Lebensstil. Manche Kritiker würden sich wundern, wenn sie es ganz ohne Chemie machen müssten. Wir haben uns aber früher durch kurzfristige positive Wirkungen blenden lassen und an mögliche langfristige Schäden kaum gedacht. Es sei daran erinnert,

- dass für das heute verfeimte DDT 1948 der Medizin-Nobelpreis verliehen wurde
- dass Perchlorbiphenyl einmal das nicht brennbare Wunderkühlmittel für Transformatoren war, ehe man feststellte, dass es in Bränden zu Dioxinen und Furanen umgesetzt wird und überdies ein kaum abbaubares potentes Gift ist, das sich in Nahrungsketten anreichert
- dass die bereits angesprochenen CFKW einmal Wunderkühlmittel waren, welche das toxische Ammoniak und die explosionsgefährlichen Kohlenwasserstoffe ersetzten.

Es gibt keinen Grund, künftig solche Überraschungen zu erleben. Wir haben heute zuverlässige Toxizitätstests; wir kennen die möglichen Anreicherungsmechanismen; und wir können Wirksubstanzen in unglaublich kleinen Konzentrationen individuell und quantitativ erfassen. Keine Firma, die an ihre Zukunft glaubt, wird Produkte auf den Markt bringen, von denen sie annehmen muss, dass sie sich dereinst als Schadstoffe entpuppen werden. Mühsam ist hingegen, wie harzig der Rückzug von eingeführten Produkten, die sich als schädlich erwiesen haben, oft geht.

Ressourcen

Das Thema Ressourcen (aus meiner Sicht das wichtigste) sei hier ganz kurz angesprochen. 1972 hat das Buch «Limits to growth» [9] für Aufsehen gesorgt – und für Ärger bei den vom technischen Fortschritt Überzeugten. Viele Annahmen für die propagierten Katastrophenszenarien erwiesen sich als falsch. In der Tat hätten wir heute kein Gold, kein Silber und kein Quecksilber mehr und wären am Ende des Öls, ginge es nach den damaligen Prognosen. Es erschienen auch Bücher, die glatt das Gegenteil behaupteten [10] mit Annahmen, welche noch falscher waren.

Leider ist wahrscheinlich die Aussage von Meadows und Ko-Autoren im Ansatz richtig [11]. Was 1972 zu wenig berücksichtigt wurde, ist die Steigerung unserer Effizienz, zu produzieren (d.h. Ressourcen auszubeuten). Deshalb ist heute vieles leichter erhältlich und real billiger als vor 20 Jahren. Wenn aber Ressourcen zur Neige gehen, so hilft auch höchste Ausbeutungseffizienz nichts mehr.

Solange wir billige Energie im heutigen Ausmass zur Verfügung haben, wird es gut gehen. Die Rohstoffe, die wir «verbraucht» haben, sind ja gemäss Massenerhaltungssatz noch da, verdünnt und zu Müll vermengt. Wir können sie wieder aufbereiten bzw. auf immer verdünntere Rohmaterialgrundstoffe greifen. Für Energie gilt der Erhaltungssatz in dieser Form nicht. Wenn billig verfügbare Energie rascher zur Neige geht, als unsere auf hohen Energieverbrauch ausgerichtete Technologie folgen kann, werden wir in ernste Schwierigkeiten kommen.

Deshalb halte ich Ressourcenschonung für das noch höhere Gebot als Emissionskontrolle. Wenn wir um Tanklager Hallen bauen, weil von ihnen zwar keine Gefährdung, aber jämmerlicher Gestank ausgehen könnte, falls jemand einen Fehler macht, so ist das für mich die gleiche Klasse von Ressourcenverschleiss wie Badeferien in fernen Kontinenten. Ich möchte meine Aussage nicht als Plädoyer für eine saloppe Emissionskontrolle verstanden wissen, sondern als eines für mehr Verhältnismässigkeit. Die Medien sind fokussiert auf sogenannte Störfälle, auf meldepflichtige Überschreitungen gesetzlicher Normen, welche nach meiner Schätzung weniger als 1% zu den (erlaubten) industriellen Emissionen beitragen.

Wenn die Umweltschritte in der Industrie sich stärker ausrichten könnten auf die Senkung noch bestehender Emissionen (gemäss ihrem Schadenspotential) als auf die Vermeidung negativer Publizität, kämen wir rascher voran. Hier liegt eine zweifache unternehmerische Herausforderung für die Ingenieure und Naturwissenschaftler: die erfolgreiche sachliche Argumentation gegenüber Behörden und Gesetzemachern sowie die allgemeinverständliche Kommunikation mit einer heute breit an dieser Thematik interessierten Öffentlichkeit.

Beschäftigung

Das Thema Beschäftigung/Arbeitsplätze hat in der Schweiz innert kurzer Zeit überragende Bedeutung erhalten. Ich bin der Ansicht, dass wir in den ent-

wickelten Ländern durch Produktion keine zusätzliche Beschäftigung schaffen können; im Gegenteil. Wir produzieren bereits heute so viel, dass Ressourcenerschöpfung und Umweltbelastung zu gewichtigen Problemen geworden sind. Unsere Produktionsmethoden werden weiter an Effizienz gewinnen. Immer weniger Leute werden mit immer weniger Produktionsmitteln Produktmengen erzeugen in einem Ausmass, über dessen Vertretbarkeit (im Sinne von Nachhaltigkeit) wir weiter streiten werden.

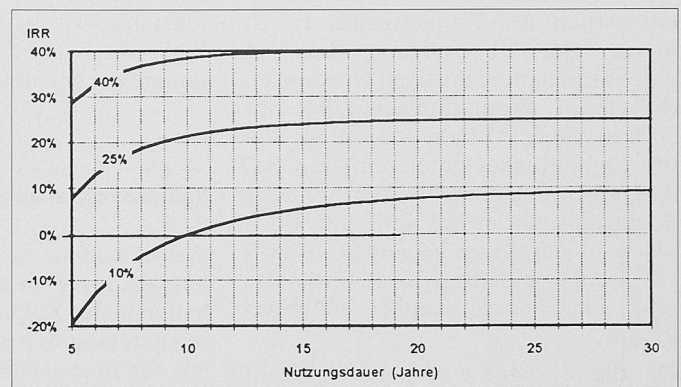
Die durchrationalisierte Fabrik, die rund um die Uhr läuft, ist aus Gründen der Ressourcenschonung erstrebenswert. Sie kann auch sozial verträglich gestaltet werden, weil immer weniger Menschen gebraucht werden, solche Fabriken nachts und am Wochenende am Laufen zu halten; und für diese Menschen gibt es bereits Schichtmodelle, die sehr attraktiv sind. Diese Produktionsweise ist Stand der Technik in Teilen der metallverarbeitenden Industrie und in der Textilindustrie, in der Chemie steht sie unmittelbar vor der Tür.

Wenn also immer rationeller produziert wird und auch Dienstleistungen immer effizienter erbracht werden, so ergibt sich zwangsläufig, dass immer weniger Leute in sogenannten profitablen Tätigkeiten ihr Auskommen finden. Dass es nicht angeht, die anderen auszustossen und physisch und psychisch verkümmern zu lassen, dürfte kaum auf Widerspruch stossen.

Wir haben im Kreis von Kollegen über Lösungswege diskutiert und sind nicht sehr weit gekommen. Offensichtlich ist der Regler unseres Systems sehr schlecht eingestellt. Es ist doch absurd, dass dann, wenn der Bedarf an Waffen sinkt, wenn also mehr Mittel für erfreulichere Dinge zur Verfügung stehen sollten, dass gerade dann kein Geld mehr da ist für Kultur und für Soziales, weil nämlich als Folge des sinkenden Waffenbedarfs eine Wirtschaftskrise ausbricht.

Im Rahmen dieser Diskussionen ist argumentiert worden, im Lauf der Geschichte sei immer wieder die Produktionseffizienz dem Bedarf davongelaufen, mit zum Teil enormen Härten für die schwächeren Glieder der Gesellschaft. Für die Gesamtheit sei der Prozess günstig gewesen. Die 5% der Bevölkerung, die heute noch in der Landwirtschaft tätig sind, und die 50%, die in den letzten 100 Jahren daraus ausgeschieden sind (gemeint sind natürlich deren Nachkommen), leben heute im Mittel wesentlich besser als die damalige landwirtschaftliche Bevölkerung. Es sind neue interessantere und lohnendere Arbeitsmöglichkeiten geschaffen

Bild 4. Einfluss der Nutzungsdauer (5–30 Jahre) auf den errechneten «internen Zinsfuss» bei konstanten jährlichen Erträgen von 10 bzw. 25 bzw. 40% des Anlagekapitals



worden. Treibende Kraft für den Ausgleich war der unbestrittene Wunsch nach mehr Gütern und Dienstleistungen. Heute, so fürchte ich, haben wir ein neues Störelement im Spiel dieses schon immer schwierigen und launischen Regelkreises: den Zweifel an der Tugend von zunehmendem Verbrauch.

Ein erster Lösungsansatz führt weg von der Wegwerfmentalität: Statt Arbeitsintensität durch Ressourceneinsatz wegzurationalisieren, könnten wir Ressourcen schonen durch Arbeitseinsatz; d.h., wir könnten erhaltungswürdige Güter produzieren, deren Unterhalt qualifizierte Arbeit braucht. Volkswirtschaftlich müsste das aufgehen. Ein anderer Ansatz, der noch lohnender scheint, führt hin zu mehr Lebensqualität: am Arbeitsplatz, im Privatbereich, in der Freizeit. Wir könnten mit dem halben Ressourceneinsatz, den wir uns heute leisten, viel mehr davon haben. Damit hätten wir eine nachhaltige Komfort- und Freizeitwirtschaft.

Investitionen

Investitionen sind ein äusserst wichtiges Unternehmerthema. Investitionen in Produktionsanlagen sind in Stahl und Stein gemeisselte Unternehmensstrategien. Die Qualität der Investitionsentscheide und ihrer Umsetzung hat grossen Einfluss auf die Prosperität des Unternehmens, nicht im nächsten Quartalsabschluss, sondern in zehn, vielleicht erst in zwanzig Jahren.

Die Investitionsrate bei Chemieunternehmen liegt, je nach Branche, bei 5 bis über 10% des Umsatzes; sie ist in den meisten Firmen deutlich höher als der Gewinn. Während die ganze Tätigkeit der Unternehmen darauf ausgerichtet ist, Gewinne zu erwirtschaften, bestimmt eine recht kleine Zahl von Leuten, wofür diese enormen Investitionsmittel eingesetzt und wie sie umgesetzt werden. Wir geben uns dabei Regeln, die in eigenartigem Widerspruch zu den Ansprüchen stehen. Wir allozieren Investitionsmittel aufgrund von Kapitalrückflussrechnungen und verlangen

beispielsweise einen minimalen internen Zinsfuss von 25%. Bei solchen Zinssätzen hat das, was in 10 Jahren geschieht, kaum einen Einfluss auf die ausgewiesene Rentabilität.

Bild 4 zeigt den internen Zinsfuss (die «internal rate of return»), der sich errechnet, wenn die jährlichen Erträge konstant 10% bzw. 25% bzw. 40% des Kapitaleinsatzes betragen, der zur Erstellung der Anlage aufzubringen war, und zwar abhängig von der Nutzungsdauer der Anlage. Bei 10% erreichen wir nach zehn Jahren «break even», und erst, wenn wir die Anlage dreissig Jahre betreiben, solange wie wir es im Mittel tatsächlich tun, ergibt sich eine mittlere Verzinsung von annähernd 10%. Bei 25% tragen die Erträge, die nach dem zehnten Jahr anfallen, gerade noch 3% zur mittleren Verzinsung bei, und bei 40% spielt die mittlere und fernere Zukunft überhaupt keine Rolle mehr.

Mit der 25%-Regel müssen wir, um je eine Investition für Energieeinsparung rechtfertigen zu können, Ausnahmeregelungen treffen; und wir gestatten dieselben Ausnahmen nicht, wenn es um Rohmaterialeinsparungen geht. Ressourcenoptimierung wird durch die etablierten betriebswirtschaftlichen Denkschemata nicht gefördert, sondern behindert.

Die Untersuchung des Rätsels, wie es kommt, dass wir laufend hochprofitable Projekte bewilligen und dennoch die Kapitalrentabilität der Unternehmen (der ROI) um ein Vielfaches tiefer liegt, würde hier zuviel Platz beanspruchen. Der Punkt, den ich machen möchte, ist der: Wir lassen es zu, dass Massstäbe, die auf kurzfristige Rentabilität zielen, langfristige Entscheide oft ungünstig beeinflussen.

Bei der Realisierung von Investitionsvorhaben ist das Unternehmertum der Projektleiter und Projektgenieure wirklich gefordert. Investieren in Produktionsanlagen ist etwas ganz anderes als Geld auf die Bank tragen oder Immobilien akquirieren. Was aus den Investitionsmitteln wird, hängt in entscheidendem Masse ab von der Qualität

der Arbeit des Projektteams. Es ist meine feste Überzeugung, dass ein gutes Team unter günstigen Umständen die gleiche Produktionskapazität mit 30% weniger Mitteln schafft als ein durchschnittliches unter mittleren Bedingungen; und zur schlechten Seite des Spektrums gibt es das amüsante Buch «How to learn from Project Disasters» [12], dem wohl jede grössere Firma das eine oder andere Kapitel anhängen könnte.

Da das einzige, was bei Projektabschluss nachprüfbar ist, Termine, Kapazitäten und Projektkosten sind, müssen die Projektverantwortlichen geradezu gegen ihre eigenen Interessen handeln, wenn sie optimal bauen wollen. Ob die eingesetzten Mittel sparsam oder opulent waren, ist schlicht nicht nachprüfbar, und sparsames Bauen erhöht das Risiko, dass gesetzte technische Ziele nicht ganz erreicht werden. Man müsste befürchten, wer ruhig schlafen wolle, verlange genug Geld und wähle die konservativste Lösung. Dass unsere Investitionen dennoch im ganzen gut und oft progressiv sind, spricht für das Unternehmertum der technisch Verantwortlichen.

Werkplatz Schweiz

An dieser Stelle ist ein positives Wort zum Werkplatz Schweiz zu sagen. Ich habe mich lange gefragt, wie es kommt, dass gleiche Produktionsanlagen in der teuren Schweiz immer noch billiger sind als beispielsweise in den USA, wo derzeit die Industriearbeiterlöhne und vielfach auch die Preise für Konsumgüter etwa halb so hoch sind wie in der Schweiz. Ich meine, sie gefunden zu haben in der vorteilhaften professionellen Struktur unserer Mitarbeiter.

Bei uns ist in der Regel jede/jeder, auf ihrem/seinem Niveau, kompetent. Wir haben ausgebildete Berufsleute, und ein beträchtlicher Teil unserer technischen Kader kommt aus diesem Bestand. Wir sollten dieser Struktur Sorge tragen. In vielen anderen Ländern arbeiten zwei oft im Gegensatz zueinander stehende Schichten. Die einen lernen an der Hochschule denken und ausdenken, was die anderen tun sollen. Und diese anderen, durchaus nicht viel weniger intelligent, sind in der spezifischen Aufgabe nicht ausgebildet. Der Leerlauf, der sich daraus ergibt, ist oft enorm.

Dieser Vorteil der schweizerischen Berufsstruktur wirkt sich allerdings vor allem in High-Tech-Aufgaben einmaliger Natur aus (Anlagen für chemische Spezialitäten sind in der Regel Prototypen). Bei repetitiven Tätigkeiten ist der amerikanische Weg durchaus konkur-

renzfähig, wie beispielsweise aus dem Wohnungsbau oder von Massenkongsumgütern bekannt ist.

Schlussfolgerungen

Was ist nun aus dem Gesagten abzuleiten für unser unternehmerisches Verhalten in der Zukunft? Die besonnenen unter den Wirtschaftskapitänen treten für eine nachhaltige Entwicklung [13] ein. Der Begriffsinhalt von «nachhaltig» ist noch nicht sehr klar definiert. Für die Technik verstehe ich ihn so: Wir sollen nur Innovationen verfolgen, deren absehbare langfristige Folgen die Interessen der kommenden Generationen nicht verletzen. Mit anderen Worten: Wenn wir die Vision einer nachhaltigen Entwicklung verwirklichen wollen, muss jede Realisation technischen Fortschritts eingebunden sein in einen ökologischen und sozialen Regelkreis. Das Re-Engineering und Tuning unserer technisch-wirtschaftlichen Systeme auf dieses Ziel erscheint mir als Traumaufgabe für Systemdenker.

Man mag hier einwenden, ein solcher Anspruch sei naiv und in Anbetracht der menschlichen Natur völlig unrealistisch. Wir sollten nicht zu pessimistisch sein. Vor 30 Jahren existierte kaum ein Umweltbewusstsein; heute ist es bedeutend, gelegentlich zwar noch chaotisch oder verhältnisblödsinnig, aber im grossen ganzen mit guten Wirkungen. Und in der Weltpolitik hat es Umbrüche gegeben, die wir noch vor kurzem für unmöglich gehalten hätten. C.F. v. Weizsäcker schreibt noch 1988 über das Sowjetregime: «...es ist absurd zu glauben, es werde jemals 'mit einem Seufzer' in sich zusammenbrechen.» [14]

Die meisten Ingenieure und Naturwissenschaftler befassen sich mit bodenständigeren Aufgaben:

- Wir entwickeln neue Produkte und Prozesse und bringen sie auf den Markt.
- Wir planen, bauen, betreiben und unterhalten Produktionsanlagen.

Wir sollten den grossen Handlungsspielraum, den wir in der Bewältigung unserer Aufgaben haben, in weitsichtiger Weise nutzen. Dazu sollten wir uns besser informieren über die grossen Zusammenhänge im wissenschaftlich-technischen wie auch im sozioökonomischen Bereich. Und wir sollten diesen weiteren Kontext im Bewusstsein halten bei unserer täglichen Arbeit und ihn berücksichtigen bei unseren Entscheiden; es wird sich, zumindest langfristig, für uns lohnen.

Um nachhaltig zu handeln, müssen wir mit Blick auf Umwelt und Ressourcen

Literatur

- [1] Roche-Magazin 45 (August 1993)
- [2] Risiko – zwischen Chance und Gefahr, Verlag Reto Locher, Basel 1992; insbesondere der Beitrag von M. Meier, S. 72 ff.
- [3] *Regenass W.* et al., Inst. Chem. Eng., Symp. Ser. 87 (1984), 369
- [4] BUSS-Engineering, Pratteln
- [5] *Schaltegger S., Sturm A.*: Ökologieorientierte Entscheidungen in Unternehmen. Diss., Basel 1992
- [6] Basler Zeitung, 27.10.90
- [7] *Delmon B.*: Applied Catalysis B: Environmental 1 (1992), 139–147
- [8] *Mesarovic M. D., Pestel E.*: Mankind at the Turning Point. Chapter 10: «Faustian Bargain», New York: Dutton, 1974
- [9] *Meadows D.* et al: Die Grenzen des Wachstums. Stuttgart, DVA, 1972
- [10] z.B.: *Kahn H.* et al: The Next 200 Years. New York, W. Morrow, 1976
- [11] *Meadows D. H.* et al: Die neuen Grenzen des Wachstums. Stuttgart, DVA, 1992
- [12] *Kharbanda O. P., Stallworthy E. A.*: How to Learn from Project Disasters. UK, Biddles, 1983
- [13] *Schmidheiny S.*: Kurs-Wechsel. München, Artemis 1992
- [14] v. *Weizsäcker C.F.*: Bewusstseinswandel. München, Hanser, 1988. S. 60

- das Systemdenken pflegen (prozessintegrierte statt End-of-pipe-Massnahmen)
- langfristige Wirkungen und Folgen beachten
- Probleme lösen, nicht bloss Vorschriften einhalten; und mitarbeiten an Gesetzesvorschriften, welche den Zielen wirklich dienen (z.B. Emissionsfrachten vorschreiben, nicht-konzentrationen)
- Energie als kritischste Ressource besonders sorgfältig einsetzen
- Ressourcen schonen auch bei der Schaffung von Produktionskapazitäten
- neue Produkte entwickeln, die ein günstigeres Verhältnis von Nutzen zu Belastung aufweisen als diejenigen, welche wir damit verdrängen wollen.

Zur Lösung des Beschäftigungsproblems können wir nur bedingt beitragen; am ehesten durch überlegene Arbeitsmethoden. Arbeitsbeschaffung durch Ineffizienz wäre der sichere Weg zum Untergang.

Beim Investieren wollen wir uns im Bewusstsein halten, dass die Lebensdauer von Anlagen länger ist als Konjunkturzyklen und dass antizyklisches Verhalten sich noch allemal gelohnt hat. Noch viel stärker gilt das für «unser kostbar-

stes Kapital», die Menschen in den Unternehmen. Was derzeit den jungen Leuten geschieht, die ins Berufsleben drängen, verdient keine guten Noten. Zum Schluss ein Wort zu unserem Selbstverständnis. Wir dienen der Wirtschaftlichkeit und sollten das in einer ökologisch und sozial verträglichen Weise tun. Wir sollten auch ein wenig uns selbst dienen. Wir bestimmen die Technologie der Zukunft und die Qua-

lität der Sachinvestitionen in den Unternehmen, für die wir arbeiten. Wir sollten unsere Arbeit so tun, dass wir auf die Ergebnisse in einem sportlichen Sinne stolz sein dürfen. Vom Architekten wird selbstverständlich erwartet, dass seine Bauten nicht nur funktionell richtig, sondern auch ästhetisch ansprechend sind. Unsere Werke sind weniger sichtbar; sie sind aber nicht weniger wirksam. Wir müssen den Anspruch

Den Herren P. Donath (Ciba), H. J. Moos (Ciba) und G. Steiner (GSG-Baucontrol) danke ich für wertvolle Anregungen und für die kritische Durchsicht des Textes.

stellen, das technische Gewissen in den Unternehmen zu sein.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. Willy Regenass, Ciba-Geigy AG, 4002 Basel

AUDIT im Planungsprozess

Dieses Hilfsmittel am Beispiel «Siedlungs- und Verkehrsplanung Helsinki»

Die Region von Helsinki (Bild 1), der Hauptstadt Finnlands, ist wie zahlreiche andere europäische Agglomerationen mit Nutzungs- und Verkehrsproblemen konfrontiert. Es liegen mehrere grössere Projekte mit hohen Kosten für den Ausbau der Verkehrsinfrastruktur vor. Diese Vorhaben für den öffentlichen und für den privaten Verkehr sind aber nicht unbestritten und die zur Verfügung stehenden Mittel sind – wie andersorts auch – nicht mehr unbeschränkt.

Das Verkehrs- und Transportministerium Finnlands hat deshalb beschlossen, die Transportsysteme der Region von

VON NIKLAUS BAUMANN,
BASEL

Helsinki unter Berücksichtigung der Siedlungsplanung unter die Lupe nehmen zu lassen. Statt einer Expertise wurde der neue Weg eines «Audit» (Anhörung) gewählt, von dem man sich Resultate in kürzerer Zeit und mit geringeren Kosten versprach. Zu diesem Zweck wurden drei ausländische Fachleute als Experten eingeladen, nämlich S. Olof Gunnarson, Tekn. Lic., Professor an der Chalmers Technischen Hochschule in Göteborg (Schweden), Hermann Knoflacher, Dr. Ing., Professor an der Technischen Universität Wien (Österreich), und Niklaus Baumann, dipl. Ing., Stellvertreter des Kantonsingenieurs Basel-Stadt (Schweiz).

Die Experten erhielten den folgenden generellen Auftrag: *Feststellen, in welchem Ausmass die Region von Helsinki bezüglich ihrer Transportsysteme einen europäischen Standard und Status erreicht hat und was als nächstes zu unternehmen sei.*

Ablauf

Das «Audit» wurde im Auftrag des Verkehrs- und Transportministeriums durch die Konsulfirma LS – Service AB

unter der hervorragenden Leitung von Dozent Pekka Ryttilä vorbereitet und koordiniert. Den Experten wurde zur Vorbereitung ihrer Arbeit vorgängig eine umfangreiche Dokumentation zugestellt, und durch den Koordinator erfolgte eine kurze Einführung anlässlich eines Besuches.

Im November 1992 fanden dann während einer Woche die eigentlichen Anhörungen statt. Die Experten wurden mit nicht weniger als 13 Institutionen, Organisationen und der Öffentlichkeit konfrontiert, die in Verkehrs- und Siedlungsplanungsfragen der Region involviert oder von diesen betroffen sind. Es handelte sich um Ministerien, Stadtbehörden, planende und ausführende Verwaltungen, Transportunternehmen und schliesslich die Öff-



Bild 1. Helsinki wurde 1550 vom schwedischen König Gustaf Vasa gegründet. 1812 wurde Helsinki die Hauptstadt von Finnland, das damals bis 1917 ein russisches Grossfürstentum war. Die älteste Bebauung des heutigen Stadtzentrums, das an der Südküste Finnlands in einer schönen Schärenlandschaft liegt, geht auf die erste Hälfte des letzten Jahrhunderts zurück