

Gerhard Fasching

**Werkstoffwissenschaft
und
Umweltforschung**



Richtige Ökonomie ist die kulturelle Fortsetzung der Ökologie. Wäre der Mensch in Politik und Wirtschaft dieser Grundregel gefolgt, hätte es niemals jene katastrophalen Umweltzerstörungen und Lebensraumvergiftungen gegeben, die uns heute bedrohen. Rettung aus dieser Gefahr können nicht Meinungskrieg und gegenseitige Bekämpfung bringen, sondern einzig und allein die Zusammenarbeit aller.

Der 1984 gegründete „Verein für Ökologie und Umweltforschung“ will gemeinsam mit der bereits seit 1957 auf dem Gebiet des Umweltschutzes in vorderster Front kämpfenden „Forschungsgemeinschaft Wilhelminenberg“ den Weg der Zusammenarbeit gehen und vor allem durch das „Institut für angewandte Öko-Ethologie“ neue Initiativen setzen. Es geht hier um die Erforschung vordringlicher Umweltprobleme ebenso wie um die Revitalisierung zerstörter Gebiete und die steuernde Mitplanung von Ökologen bei ökonomischen Maßnahmen in der Landschaft. Dazu kommen Information und Volksbildung als wichtige Faktoren im Kampf um eine gesündere Umwelt.

Auch dieses Heft soll Beitrag sein zur Erreichung der gesetzten Ziele.

Gerhard Fasching

**Werkstoffwissenschaft
und
Umweltforschung**



Zum Autor:

O. Univ. Prof. Dr. techn. habil. Gerhard Fasching, geboren 1933 in Wien; Studium der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule in Wien und Abschluß mit dem Diplom-Ingenieur; 1963 Promotion; 1966 Habilitation und seither Privatdozent an der Technischen Hochschule Wien. 1968 Mitarbeiter im Forschungslabor der Firma Siemens in München; 1969 Leiter des Laboratoriums für Physikalische und Chemische Grundlagen der Technologie, Siemens München. 1970 Berufung zum Ordinarius des neu gegründeten Institutes für Werkstoffe der Elektrotechnik der Technischen Universität Wien. Seit 1970 Institutsvorstand.

Forschungsschwerpunkte und Veröffentlichungen:

43 Publikationen über Magnetwerkstoffe, Dielektrika, Legierungssysteme, Werkstofftechnologie.

Interesse an Fragen des Umweltschutzes und der Grenzen der Naturwissenschaft.

Lehrbuch: Werkstoffe der Elektrotechnik, Springer-Verlag.

Autor: Gerhard Fasching, Vorstand des Institutes für Werkstoffe der Elektrotechnik der Technischen Universität Wien.

Herausgeber, Eigentümer und Verleger: Verein für Ökologie und Umweltforschung, 1090 Wien, Glasergasse 20/4.
Hersteller: Druckerei Karl Schwarz, 1120 Wien, Längenfeldgasse 27.

Erscheinungsjahr 1986

Werkstoffwissenschaft und Umweltforschung

Die heute schon sichtbare Gefährdung der Umwelt und erst recht die Umweltprognosen machen den Umweltschutz zu einem ganz wichtigen Anliegen. Wie kommt es, daß heute trotz Kenntnis der gefährlichen Werkstoffeigenschaften, trotz hoher Reinhaltungsstandards und trotz des Einsatzes moderner Sensoren sowie Steuer- und Regelsysteme zur Erfassung und Beeinflussung umweltsensitiver Störgrößen die pauschalen Umweltbelastungen dennoch außer Kontrolle zu geraten drohen? Viele Gründe wird man hier anführen können; ich möchte vor allem einen Gesichtspunkt hervorheben, der mir besonders wichtig erscheint: Es sieht so aus, als würden wir bei der Beurteilung der Umweltverträglichkeit oft von einem einseitigen Bild der Wirklichkeit ausgehen. Unser zukünftiges Handeln wird auch die andere Seite der Wirklichkeit berücksichtigen müssen.

Heutige Umweltschäden und Prognosen

Die heutigen Umweltschutzforderungen haben zumindest zwei Ursachen. Einerseits sind es die Prognosen, die für die Zukunft schwerste Beeinträchtigungen der Umwelt voraussagen und andererseits sind es die schon heute immer deutlicher werdenden effektiven Umweltschäden, deren Zunahme sich bedauerlicherweise kaum bremsen läßt. Für beides möchte ich Beispiele nennen.

Eine sehr solide und fundierte Prognose aus der letzten Zeit ist die umfangreiche Studie „Global 2000“ [1]. Global 2000 war ursprünglich als interner Bericht gedacht, der in den Vereinigten Staaten für den Präsidenten erarbeitet wurde. Dieser Bericht sollte – wie es dem Wunsch des Präsidenten entsprach – die voraussichtlichen Veränderungen der Bevölkerung, der natürlichen Ressourcen und der Umwelt bis zum Ende dieses Jahrhunderts untersuchen, mit dem Ziel, längerfristigen staatlichen Planungen als Grundlage zu dienen. Prognosen sollen nicht eine simple Verlängerung der Gegenwart in die Zukunft sein; sie müssen vielmehr eine dynamische Abschätzung der zukünftigen Entwicklungen auf der Basis realistischer Ausgangsannahmen liefern. Im Fall Global 2000 sind diese Ausgangsannahmen eher optimistisch angesetzt. Trotzdem wirken die Schlußfolgerungen wie eine Katastrophenmeldung:

„Der Druck auf Umwelt und Ressourcen sowie der Bevölkerungsdruck verstärken sich und werden die Qualität menschlichen Lebens auf diesem Planeten zunehmend beeinflussen. Regionale Wasserknappheit wird zu einem im-

mer ernsteren Problem. Während der nächsten Jahre werden große Waldflächen von der Erde verschwinden. Infolge von Erosion, Verlust an organischen Stoffen, Versalzung usw. wird es weltweit zu einer Verschlechterung der landwirtschaftlichen Nutzflächen kommen. Die Konzentration von Kohlendioxid und ozonabbauenden Chemikalien in der Atmosphäre wird voraussichtlich in einem solchen Maß zunehmen, daß sich das Klima der Erde bis zum Jahr 2050 entscheidend verändern wird. Saurer Regen bedroht Seen, Böden und Ernten. Die Ausrottung von Pflanzen- und Tierarten wird dramatisch zunehmen. Hunderttausende von Arten werden unwiederbringlich verlorengehen, wenn ihre Lebensräume zerstört werden. Die Zeit zum Handeln, um solchen Ergebnissen vorzubeugen, geht zu Ende. Wenn die Nationen der Erde nicht gemeinsam und jede für sich mutige und phantasievolle Maßnahmen zur Herstellung besserer sozialer und wirtschaftlicher Lebensbedingungen, zur Verringerung der Fruchtbarkeit, zum verbesserten Umgang mit den Ressourcen und zum Schutz der Umwelt ergreifen, wird dieser Welt der Schritt ins 21. Jahrhundert voraussichtlich nicht leicht werden.“

Diese Prognosen haben manche Diskussion ausgelöst [2], [3] und man hat über die Prämissen und über die Genauigkeit der Voraussagen beraten und an manchen Details auch Zweifel geäußert. Man war sich aber doch im wesentlichen darüber einig, daß die Trendaussagen zutreffen und daß wir davon ausgehen müssen, daß wir unsere heutigen Lebensgewohnheiten nicht beibehalten können, und zwar bereits wir selbst und nicht erst unsere Kinder und Enkel.

Die globale Sicht – wo man doch die geheime Hoffnung hegt, daß das alles woanders passiert – wird durch die lokale Sicht auch nicht freundlicher. Die lokale Sicht, die sowohl für die Jahrtausendwende gilt als auch für die Umweltschäden, die heute schon bei uns geschehen sind. Ich meine als unseliges Musterbeispiel das Waldsterben. Fachleute [4], [5], [22], [24], [25], [26] werten das Waldsterben als ein Symptom einer sich immer deutlicher abzeichnenden Umweltkatastrophe, deren Auswirkungen wir heute nur in Umrissen erahnen können. Ursache für das Waldsterben scheinen Schadstoffe (Kohlenwasserstoffe, Stickoxide, Schwefeldioxid, Chloride, Fluoride usw.) zu sein, die im wesentlichen bei Verbrennungs- und Fertigungsprozessen in die Atmosphäre gelangen und dort über lichtchemische Reaktionen sekundäre Stoffe (Photooxidantien) bilden, die zum Teil giftiger und langlebiger sind als die primären Schadstoffe. Diese langlebigen sekundären Schadstoffe sind über weite Strecken in der Atmosphäre verfrachtbar und werden damit auch zu einem internationalen Problem. Blätter und Nadeln „kämmen“ die Schadstoffe aus der Luft. Durch den Regen werden die Giftstoffe teilweise wieder abgewaschen und jetzt auch vom Boden her zugeführt, wodurch sie kumulieren. Pflanzen haben

nach Ansicht der Fachleute einen genetisch fixierten Schwellenwert, bis wohin Giftstoffe abgebaut werden können. Herantransportierte Spitzenschadstoffgehalte übersteigen dagegen heute immer häufiger diesen Schwellenwert, und als Konsequenz nehmen das Erkranken und das Absterben der Bäume in einem starken Ausmaß zu. Die Giftstoffe wirken hierbei offenbar auf mehrfache Weise. Es werden bei Blättern und Nadeln die Aufnahme von Kohlendioxid und die Freisetzung von Sauerstoff beeinträchtigt. Es kommt darüber hinaus zu einer Schädigung jener Enzyme (organischen Katalysatoren), die bei der Photosynthese den Aufbau von Stärkemolekülen ermöglichen. Blätter und Nadeln bleiben hierdurch kleiner; die Anfälligkeit gegen Schädlinge nimmt zu; das Wasser kann in den Zellen nicht mehr so gut gehalten werden und der Baum trocknet vom Wipfel her aus [6]. Aus Jahresringbreitenanalysen und Waldschadeninventuren abgeleitete Prognosen sagen voraus, daß ohne wirklich schwerwiegende Gegenmaßnahmen schon vor dem Jahr 2000 in weiten Teilen Europas praktisch nur mehr kranke und absterbende Bäume anzutreffen sein werden.

Umweltschutz durch Symbiose zwischen Technik und Umwelt

Solche eindringlichen Bilder, die seit einigen Jahren immer schärfere Konturen annehmen, haben den Umweltschutzgedanken sehr in den Vordergrund rücken lassen, und so ist es auch zu verstehen, daß seit kurzem das Bekenntnis zum umfassenden Umweltschutz auch in unserer Verfassung verankert worden ist [7]. Wie wird man den umfassenden Umweltschutz realisieren? Moderne Gesellschaften haben sich einem Lebensstil zugewendet, der sehr wesentlich von Wissenschaft und Technik geprägt ist. Der ursprüngliche Fortschrittsglaube ist heute aber eher verblaßt, weil man in vielen Fällen immer deutlicher sieht, daß den meisten Errungenschaften Segen und Risiko als komplementäre Aspekte anhaften [8], [9]. Es zeigen sich Risiken, wo man ursprünglich nur Segen vermutet hat.

Kann man, extrem betrachtet, den umfassenden Umweltschutz in unserer Gesellschaft durch sofortige und radikale Abkehr von Wissenschaft und Technik erreichen? In einer technikgeprägten Gesellschaft ist das sicher nicht möglich, denn sowohl das Tun als auch das Unterlassen von Technik haben weitreichende komplex vernetzte Folgen. Es wird vielmehr ein Optimum zu suchen sein zwischen zwei extremen Vorgangsweisen, die offenbar beide – wenn man sie in Reinform exekutiert – in ernste Schwierigkeiten führen:

- Wachstum, Wohlstandssteigerung und unbegrenzter Fortschritt, ohne auf ökologische Konsequenzen Rücksicht zu nehmen einerseits, und
- Ausstieg aus der technischen Zivilisation andererseits.

Ob dieses Optimum aber eher beim Wohlstand oder eher bei der Askese liegt, läßt sich heute auch mit bestem Willen noch nicht sagen; auch wird die Lage des Optimums von unseren privaten Wünschen unabhängig sein. Zur Lösung der Umweltschutzprobleme und zur Reduktion der Risiken wird man sich wie bisher zweifellos wissenschaftlich-technischer Methoden bedienen müssen. Was aber in wesentlich verstärktem Ausmaß berücksichtigt werden muß, ist die Koexistenz von Technik und Umwelt zu gegenseitigem Nutzen. Technik und Umwelt müßten miteinander in Symbiose leben. Auf dem Gebiet des Großkraftwerksbaues z. B. gibt es mehrere beachtliche Vorschläge:

(1) Der eine Vorschlag, der inzwischen bei der Staustufe Greifenstein schon verwirklicht wurde [10], [11], zielt darauf ab, den Rückstauraum bei Kraftwerken grundsätzlich durch ökotechnische Maßnahmen so zu gestalten, daß Ökosysteme und Feuchtbiotope erhalten bleiben und unter Umständen sogar noch verbessert werden. Hierfür sind großzügige Maßnahmen, wie Flutrinnen für Hochwasser, Gießgänge, Grabendurchstiche, Stauhaltungen und Einlaufbauwerke notwendig. Solche Maßnahmen sind zwar relativ kostspielig, sie wären aber offenbar ohnehin schon längst erforderlich gewesen, um den negativen Folgen [10] der bisherigen Regulierungsarbeiten zur Verbesserung der Schifffahrt, der Uferverbauungen und der vermehrten Grundwasserentnahme für landwirtschaftliche Flächen entgegenzuwirken.

(2) Ein anderer Vorschlag (von K. Malzer) sieht allgemein im Bereich von Hochwasserrückhalteanlagen die Ausbildung von zumindest räumlich beschränkten Ökoinseln vor, von denen überhaupt alle menschlichen und zivilisatorischen Eingriffe grundsätzlich ferngehalten werden. Solche Ökoinseln, die im Bereich der ohnehin erforderlichen Hochwasserschutzräume angesiedelt wären, könnten als natürliche Artenspeicher für Pflanzen und Tiere dienen.

In beiden Fällen sind es also technisch erforderliche Maßnahmen, die in gleicher Weise auch Ökosystemen zugute kommen. Beide Beispiele zeigen die Möglichkeit einer Symbiose recht eindrucksvoll.

Wieso gelingt die Segen-Risiko-Kompensation so schwer?

Die komplementären Aspekte von Segen und Risiko sind sicher in allen Teilgebieten der technischen Wissenschaften zu finden. Es ist aber merkwürdig, daß die Segen-Risiko-Kompensation so schwer gelingt. Lassen Sie mich aus meinem Fachgebiet der Werkstoffwissenschaft einige Beispiele anführen. Zunächst einige positive Seiten. Man denke an die Halbleiterwerkstoffe, deren Erforschung zum Transistor und zum Mikrocomputer geführt hat. Präzise

Elektronikbausteine und Steuersysteme lassen sich hiermit verwirklichen, die heute fast überall Verwendung finden und ganz wesentlich zur Risikoreduktion beitragen. Man denke aber auch an die verschiedenen Werkstoffeffekte (piezoelektrischer Effekt, thermoelektrischer Effekt, photoelektrischer und chemoelektrischer Effekt usw.), die die Realisierung einer großen Anzahl verschiedener Sensoren ermöglicht haben, die eine Erfassung und Kontrolle sehr vieler umweltsensitiver Größen erlauben [12]. Diese Möglichkeiten, die die Werkstoffwissenschaften bieten, sind sicher sehr wertvoll, aber komplementär dazu haftet den Werkstoffen, die in der Elektrotechnik eingesetzt werden, auch manches Risiko an. Hierbei muß man grundsätzlich die mit dem gesamten Werkstofffluß verknüpften Probleme betrachten, und zwar von der Herstellung des Werkstoffes angefangen, dem Transport und dem eigentlichen Einsatz im Bereich Elektrotechnik, bis hin zum Service, zur Abfallbeseitigung und Entsorgung. Man kann an Gefahren denken, die die Werkstoffe der hochradioaktiven verbrauchten Brennelemente der Atomkraftwerke darstellen. Aber auch an die Quecksilber-Batteriezellen der Konsumelektronik, an manche Kunststoffe und Schwermetalle sowie an bestimmte unentbehrliche Werkstofftechnologien. Werkstoffe bilden ein breites Risikopotential. Liegt dieses Risiko daran, daß wir die gefährlichen Eigenschaften der Stoffe nicht kennen, daß die Reinhaltungsstandards ungenügend sind, oder daß man sich nicht an sie hält? Ich glaube, keiner der drei Gesichtspunkte ist ausschlaggebend. Über die gefährlichen Eigenschaften industriell verwerteter Stoffe gibt es ein umfangreiches und verlässliches Schrifttum [13], [14]. Die Reinhaltungsstandards werden notgedrungenenerweise immer schärfer, um zumindest die wirtschaftswachstumsbedingte Emissionszunahme aufzufangen. Ich meine drittens, man kann davon ausgehen, daß die Standards in der Regel eingehalten werden, wenn es auch in Zukunft bei gleichem Wachstum wahrscheinlich immer schwieriger und kostspieliger sein wird, die dann notwendigerweise noch schärferen Bedingungen einzuhalten. Trotz allem scheint es mit diesen Methoden allein heute nicht mehr zu gelingen, die derzeit herrschenden Umweltbedingungen auch für die Zukunft zu garantieren. Während vor Jahren, wo unsere Einflußnahme auf die Umwelt noch nicht so gravierend war, die Umweltschutzmethoden noch einigermaßen gegriffen haben, wächst jetzt die Zahl der Probleme anscheinend rascher als die der Möglichkeiten diese zu lösen. Es sieht so aus, als würden wir bei der heute üblichen Beurteilung der Umweltverträglichkeit von einem einseitigen Bild der Wirklichkeit ausgehen, als würden wir einen ganz entscheidenden Faktor systematisch vernachlässigen.

Ein leider sehr trauriges Beispiel, an dem man den vernachlässigten Faktor ganz deutlich erkennen kann, ist das Großprojekt des Assuan-Staudammes, welches seinerzeit als technische Glanzleistung britisch-deutsch-französischer Zusammenarbeit gefeiert wurde. Die Ziele waren ehrgeizig. Das nationale Einkommen Ägyptens sollte sich verdoppeln: durch Gewinnung von Bewässerungswasser, durch Verhinderung von Überflutungen, durch Ausdehnung der Kulturlfläche, durch Steigerung der Agrartragfähigkeit und durch Erzeugung von elektrischem Strom. 15 Jahre später zeigt sich, daß diese Ziele nicht zu verwirklichen waren, daß im Gegenteil die Schadensfolgen dieses Projektes so verheerend sind, daß die Frage auftaucht, ob es nicht besser wäre, den Damm wieder zu beseitigen [15]. Die ineinander greifenden Gründe, so hat sich gezeigt, sind sehr vielfältig: der fruchtbare Nilschlamm geht im Stausee verloren; durch die Bewässerung steigt der Grundwasserspiegel und führt zufolge Kapillarwirkung und Verdunstung zur Bodenversalzung; die unerwünschte Ausbreitung von Wasserhyazinthen bringt die Gefahr einer Versumpfung mit unabsehbaren biologischen Gesamtveränderungen mit sich.

Die der Planung dieses Großprojektes zugrundeliegenden Absichten waren gut gemeint, aber bei der bisher üblichen monokausalen Betrachtungsweise wurden unbeabsichtigt Regelkreise aufgeschnitten und dadurch wurde das Ökosystem aus dem Gleichgewicht gebracht. Was also hier vernachlässigt worden ist und was man ganz allgemein so besonders schwer erkennen kann, ist die Tatsache, daß hier ein dicht vermaschtes natürliches Wirkungsgefüge vorliegt, dem von seiten der technischen Zivilisation massive Störgrößen aufgeprägt werden. Dem Verhalten eines solchen Systems wird man nicht durch eine monokausale Betrachtung gerecht, bei der man Einzelfragen aus dem Gesamtzusammenhang herauslöst und vom Rest abtrennt. Ein derart komplexes System kann andere Eigenschaften haben, als man aus einer Überlagerung, einer Superposition, der monokausal betrachteten Elemente erwarten würde [16]. Auch wird man nicht die an einem solchen System gewonnenen Erfahrungen ohne weiteres auf ein anders geartetes System übertragen dürfen. In komplexen Systemen können nämlich die Vermaschungen sehr unterschiedlich und die Wechselwirkungen sehr vielfältig sein: linear oder nichtlinear, mit Sättigungswert oder Schwellenwerten, es kann sich um Zusammenhänge mit mehrmaligem Richtungswechsel handeln, mit einfachen oder verschachtelten Rückkopplungen [17], [18], [23]. Dazu kommen zeitliche Verzögerungen sehr unterschiedlicher Art, wodurch Wirkungen um Jahre verspätet an unvermuteten Stellen im System auftreten [19], [20], wie man das an dem bekannten und genau untersuchten Beispiel der DDT-Verseuchung beobachtet hat. Ein

anderer Effekt, den man nicht vernachlässigen darf, ist die biologische Verstärkung, wo es zu unerwartet hohen Konzentrationen toxischer Substanzen in Ökosystemen kommt, obwohl die Giftkonzentration durch Verdünnung vorerst ungeheuer gering war. Bei Organismen, die ihre Nahrung durch ständige Wasserfiltrierung gewinnen, hat man beispielsweise eine 70 000fach höhere Konzentration an chlorierten Kohlenwasserstoffen gefunden im Vergleich zum Wasser, in dem sie leben [20]. Die Nahrungsketten in Ökosystemen tragen schließlich noch einmal zur Kumulation bei den darauffolgenden Sekundärkonsumenten bei.

Bei zukünftigen Planungen technischer Objekte wird man also in stark vermehrtem Ausmaß einem umfassenden Umweltschutz Rechnung tragen müssen. Die weitverzweigten Zusammenhänge der Ökosysteme, die heute erst langsam sichtbar werden, sind wie alle anderen Naturgesetze in die Planung einzubeziehen. Naturgesetze lassen sich nicht verletzen. Wenn man glaubt, sie ignorieren zu können, verletzt man sich im allgemeinen selbst. In einem viel ausgeprägterem Maß als heute üblich, werden also Wissenschaftler der verschiedensten Fachrichtungen schon im Planungsstadium zusammenfinden müssen, um ihre Analysen und Vorstellungen in offener Diskussion aufeinander abzustimmen [21].

Warum hat man die Gefahren nicht vorausgesehen?

Wieso kommt es, daß wir gegenüber Umweltfragen so blind sind und erst durch das weltweit drohende Umkippen von Ökosystemen auf die Gefahren aufmerksam werden? Was kann man tun, um in Zukunft rechtzeitig solche Gefahren zu erkennen? Gefahren, die Ökosystemen drohen, die die Grundlage für unser Leben sind.

Frederic Vester [16] meint, daß die eigenartige Hartnäckigkeit, mit der man üblicherweise an ökologischen Zusammenhängen vorbeisieht, mit unserem Denken zusammenhängt, das man uns in der Schule und an der Universität anezogen hat. Wir kommen hierdurch, ohne daß wir es wissen, zu einem ganz einseitigen Bild der Wirklichkeit und hierdurch wiederum zu falschen Interpretationen der Umweltverträglichkeit. In der schulischen Ausbildung stehen die einzelnen Fächer nämlich viel zu sehr voneinander separiert und haben keinen Bezug zueinander. Biologie, Werkstoffwissenschaft, Wirtschaftskunde, Technik, Rechtslehre, Sozialwesen, Verwaltung, Medizin u. a. werden so behandelt, als wären sie voneinander unabhängige Fächer, und wir finden später die Wirklichkeit in unserem Gehirn auch tatsächlich in Fächern und Schubladen abgelegt vor. Naturgesetze und Zusammenhänge, welche diese Fächer überschreiten, sind dann für uns kaum mehr sichtbar, und was das Bedenkliche

ist, es ist eigentlich auch niemand dafür zuständig und kompetent. Bisher war das weiters nicht schlimm, weil unser Einfluß auf die Umwelt gering war und die Vernetzungen nur unwesentlich gestört wurden. Wenn wir hingegen das fachisolierte Planen als Strategie für umgreifende und einschneidende Maßnahmen verwenden, dann schneiden wir unbeabsichtigt natürliche Regelkreise auf und setzen Entwicklungen in Gang, die meist an ganz anderer Stelle zu gravierenden Spätfolgen führen. Diese Strategie führt sich ad absurdum, wenn die dann erforderlichen Reparaturmaßnahmen hinter den Schadfolgen herhinken und sie schießlich nicht mehr einholen. Schon die heutigen Einflüsse der technischen Zivilisation ändern die Lebensbedingungen auf der ganzen Welt so rasch, daß die Stammesentwicklung der Lebewesen im Vergleich dazu stillzustehen scheint. Die Naturmethode der Anpassung funktioniert damit nicht mehr. Es ist der Unterschied der „Zeitkonstanten“, der hier erstmals ein Faktum einbringt, mit dem die Natur offenbar nicht fertig wird. Die Situation der heutigen Umweltprobleme läßt sich also nicht vergleichen mit dem oft zitierten, für uns belanglosen Aussterben der Dinosaurier in der Vergangenheit. Ich halte es daher für besonders wichtig, daß im Rahmen der universitären Ausbildung möglichst an vielen Stellen zumindest ein Gefühl für die Dynamik von Ökosystemen vermittelt wird. Allerdings werden wir uns diese neue Sicht erst gemeinsam erarbeiten müssen, die Techniker und Biologen, die Wirtschaftskundler und Juristen, die Studenten und Professoren sowie die Laien und die Fachleute. Ein Ingenieur jedenfalls, der entscheidend an der Gestaltung unserer Umwelt mitwirkt, sollte in Zukunft ein gesundes Augenmaß auch für ökologische Fragen haben. Denn alle Organismen, Pflanzen, Tiere und Menschen sind in einem umfassenden System ökologischer Gesetzmäßigkeiten eingebettet. Und dieses System setzt uns Spielraum und Grenzen.

- [1] Global 2000: Der Bericht an den Präsidenten. Frankfurt am Main: Verlag Zweitausendeins. 1980. 1 508 Seiten.
- [2] Schuchardt, H. (Hrsg.): Global 2000 — ein Hearing. Baden-Baden: Nomos Verlagsges. 1982.
- [3] Bericht der Bundesregierung zu den Konsequenzen aus dem Bericht „Global 2000“. Deutscher Bundestag. Drucksache 10/362. Bonn. 1983.
- [4] Krapfenbauer, A.: Waldsterben — es ist arg und wird laufend ärger. Manuskript. Universität für Bodenkultur, Wien. 1985.
- [5] Krapfenbauer, A.: Argumente zu den Perspektiven des Waldsterbens. Manuskript. Universität für Bodenkultur, Wien. 1985.
- [6] Lorenz, K. und K. L. Mündl: Noah würde Segel setzen. Stuttgart: Seewald Verlag. 1984.
- [7] 491. Bundesverfassungsgesetz vom 27. November 1984 über den umfassenden Umweltschutz. BGBl. vom 10. Dezember 1984. 203. Stück.
- [8] Perutz, M. F.: Ging's ohne Forschung besser? Der Einfluß der Naturwissenschaften auf die Gesellschaft. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. 1982.
- [9] Wild, W.: Technik als Faktor der gesellschaftlichen Entwicklung. Siemens-Zeitschrift, 59. Jg. (1985), H. 1, S. 32... 36
- [10] Allerstorfer, S.: Aulandschaft und Kraftwerksbau. Ökotechnik am Beispiel der Staustufe Greifenstein. Schriftenreihe Ökologie 2. Österreichische Donaukraftwerke AG.
- [11] Margl, H.: Naturschutz am Scheideweg zwischen statischer und dynamischer Auffassung. Schriftenreihe Ökologie 1. Österreichische Donaukraftwerke AG.
- [12] VDI: Sensoren — Technologie und Anwendung. VDI-Bericht Nr. 509.
- [13] Sax: Dangerous Properties of Industrial Materials. 6. Aufl. 1984. Verl. Armstrong, Reading, GB. 1984.
- [14] Roth, L.: Giftliste. Giftige, gesundheitsschädliche, reizende und krebserzeugende Stoffe. ecomed Verlagsges. Landsberg. 1976 (laufende Ergänzungslieferungen).
- [15] Ibrahim, F. N.: Der Assuan-Staudamm. Vom Scheitern eines Großprojektes. Bild der Wissenschaft (1983), H. 4, S. 76... 83.
- [16] Vester, F.: Referat in [2].
- [17] Vester, F.: Ballungsgebiete in der Krise. München: Deutscher Taschenbuch Verlag. 1983.
- [18] Vester, F.: Unsere Welt — ein vernetztes System. München: Deutscher Taschenbuchverlag. 1983.
- [19] Meadows: Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. Stuttgart: Deutsche Verlagsanstalt. 1972.
- [20] Ehrlich, P. R., A. H. Ehrlich, J. P. Holdren: Humanökologie. Berlin-Heidelberg-New York: Springer Verlag. 1975.
- [21] Resolution zur energiepolitischen Diskussion. ÖHZ (Juni 1985), S. 3.
- [22] Mayer, H.: Gefährdung der Wälder Europas durch Baum- und Waldsterben. Wissenschaftliche Nachrichten. Nr. 68, April 1985, S. 5... 11.

[23] Vester, F.: Neuland des Denkens. Vom technokratischen zum kybernetischen Zeitalter. München: Deutscher Taschenbuch Verlag. 1984.

[24] Mayer, H.: Waldverwüstende Immissionsschäden in Österreich. Institut für Waldbau. Universität für Bodenkultur, Wien. 1985.

[25] Mayer, H.: Europäische Wälder. Ein Überblick und Führer durch die gefährdeten Naturwälder. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 1986.

[26] Krapfenbauer, A.: Argumente zur Schadstoffmessung in Verbindung mit Pflanzenschäden. Vortrag am 26. November 1985. Universität für Bodenkultur, Wien.

Bisher in dieser Broschürenreihe erschienen:

- 1 Otto Koenig, Heimtierhaltung im Dienst von Erziehung und Bildung, August 1985
- 2 Max Liedtke, Technik – Erlösung oder Sündenfall des Menschen. Zum Problem der Humanität in der technischen Entwicklung, September 1985
- 3 Kurt Schimunek, Wasserwirtschaftliche Begleitmaßnahmen im Zusammenhang mit der Errichtung von Donaukraftwerken
- 4 Gerhard Fasching, Werkstoffwissenschaft und Umweltforschung



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Umwelt - Schriftenreihe für Ökologie und Ethologie](#)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Fasching Gerhard

Artikel/Article: [Werkstoffwissenschaft und Umweltforschung. 1-12](#)