

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 96 (1978)  
**Heft:** 13

**Artikel:** Das Ende der Expansion - müssen wir umdenken?  
**Autor:** Cramer, Friedrich  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-73655>

#### **Nutzungsbedingungen**

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

#### **Conditions d'utilisation**

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

#### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 22.02.2026

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

## Das Ende der Expansion — müssen wir umdenken?

Von **Friedrich Cramer**, Göttingen\*)

Als der grosse *Darwin* seine Theorie über die *Entstehung der Arten* publizierte, ahnte er wohl nicht, dass er damit fünf Forschergenerationen beschäftigen würde. Seine *Theorie der Evolution des Lebens* muss heute als bewiesen gelten; aber nicht nur im abstrakt historischen Sinne: Wir können heute die Entstehung des Lebens und der Arten auf *molekularer Grundlage*, als *chemisches und physikalisches Ereignis* wissenschaftlich beschreiben.

Das Leben, einmal spontan in der «Ur-Brühe» gestartet, treibt sich selbst immer weiter hoch wie eine quellende Kumbuswolke. In einer immerwährenden Auktion und Umverteilung werden die Lebensplätze ständig neu an den Meistbietenden versteigert, werden immer wieder neue Lebensplätze geschaffen, neue Verfeinerungen, neue Höchstleistungen, neue Rekorde erzielt. Wohin die Evolution sich dabei entfaltet, welche Lebewesen sie hervorbringt, welche Stellen des Netzwerkes ausgefüllt werden, ist unbestimmt. Man kann nur *Wahrscheinlichkeiten* angeben. Obwohl alles streng nach physikalischen Gesetzen zugeht, so dass man es nachträglich verstehen kann, ist die *Evolution grundsätzlich nicht prognostizierbar; sie kann nicht aus den Anfangsbedingungen abgeleitet werden*, da sie das Resultat statistischer Schwankungen in der Zusammensetzung von Molekülen ist. Und der erzielte *Fortschritt* ist immer mit einem *Verzicht* auf früher Vorhandenes verbunden.

### Unbegrenzter medizinischer Fortschritt?

Nachdem der *menschliche Geist* in der Evolution entstanden war, ging vom Menschen eine *neue Evolution* aus, in der schliesslich die Herrschaft über die Natur angestrebt und weithin gewonnen wurde. Die ursprüngliche Darwinsche Evolution ist für den Menschen und seine Umgebung zum Stillstand gekommen. Aber medizinische Forschung und Therapie haben in den letzten hundert Jahren solche Fortschritte gemacht, dass nicht nur unsere biologische Evolution aufgehört hat, sondern auch unser Selbstverständnis, unsere Erwartungen und Ansprüche an das Leben radikal geändert worden sind.

Was können wir von der Medizin noch erwarten? Etwa die Heilung oder Verhütung von bösartigen Tumoren? Eine vollständige Kenntnis des menschlichen Gehirns, so dass psychische Erkrankungen heilbar werden? Oder die Heilung

von Erbkrankheiten durch *Genreparaturen*? Ich will hier nur auf diese letzte Frage eingehen. In jüngster Zeit sind außerordentliche Fortschritte in der Zell-Fusion gemacht worden. Man kann durch Verschmelzen von Zellen Erbanlagen (= Gene) von Viren oder Bakterien in das Erbmaterial höherer Organismen hineinbringen oder umgekehrt Gene aus höheren Organismen in Bakterien einpflanzen. So wurden Zellen von Coli-Bakterien und von Fröschen oder von der Taufliege zusammengefügt. Diese so übertragenen Gene sind dann für alle Zeiten Bestandteile der neu zusammenkombinierten Art. Da eine Erbkrankheit in der Regel das Fehlen eines funktionsfähigen Gens ist, könnte man theoretisch mit diesen Methoden das fehlende Gen wieder einsetzen. Aber auf diese Weise könnten auch hochinfektiöse Bakterien gezüchtet werden, die gegenüber Antibiotika resistent sind. Oder wenn man Krebs-Viren mit Bakterien zusammenkoppelte, würde vielleicht ein krebserzeugendes Bakterium geschaffen und eine nützliche, für den menschlichen Darm sogar notwendige Bakterienart wie das Coli-Bakterium, könnte dadurch zu einer Existenzbedrohung für die gesamte Menschheit werden. Kürzlich hat eine Gruppe amerikanischer Forscher zu einem teilweisen Forschungsverzicht auf diesem Gebiet aufgerufen und die Möglichkeiten und Aussichten dieser Forschungsrichtung diskutiert: Das Zusammenschweissen von Genen könnte zur Konstruktion von «Monstern» benutzt werden, also von Bakterien, welche die *schlechten Eigenschaften* zweier Bakterien vereinen. Ob aber solche Bakterien in höhere Organismen eingeschleust werden können, scheint mehr als fraglich. Einer der Forscher hat absichtlich grössere Mengen eines von ihm konstruierten Monster-Bakteriophagen verschluckt, ohne schädliche Nebenwirkungen bemerkt zu haben. Aber das muss noch nicht unbedingt beruhigen. Wir wissen noch nicht genug und müssen daher zunächst vorsichtig sein.

So aufsehenerregend die neuesten Experimente der Molekularbiologie auch sein mögen, sie zeigen indessen deutlich, dass auch hier Grenzen gesetzt sind. Eine Kombination von genetischem Material des Menschen mit dem anderer Menschen ist in gezielter Weise und so, dass daraus ein neues, heiles Lebewesen hervorgeht, nicht möglich. Den genetisch konstruierten Frankenstein oder Dracula, den Raumfahrer ohne Beine oder die Kombination von Einstein, Mozart und Gregory Peck in einer Person wird es nicht geben. Die konventionellen Methoden der Gen-Manipulation beim Menschen, nämlich *genetische Beratung* und eine *Auswahl (Selektion) im Rahmen der ethischen Normen*, sind jedenfalls noch immer weit wirksamer als alle Methoden der molekularen Genetik, besonders nachdem heute die Chromosomenanalyse und die klinisch-chemische Testung des Embryo in einem sehr frühen Stadium die ärztliche Beratung und Behandlung auf eine gesicherte Basis stellen. So lassen sich viele Erbkrankheiten am Embryo vor Ende des dritten Monats feststellen; Eltern und Arzt können dann entscheiden, ob das Kind zur Welt

\*) Vortrag, gehalten am 26. Januar 1978 in Engelberg an der SIA-Tagung «Bauwirtschaft heute und morgen».

Friedrich Cramer, geb. 1923, ist Biochemiker, Direktor am Max-Planck-Institut für experimentelle Medizin in Göttingen und Honorarprofessor an den Universitäten Göttingen und Braunschweig. Neben zahlreichen Publikationen zum molekularen Verständnis der Erbinformation und der Eiweisssynthese hat er das Thema der Verantwortung des Wissenschaftlers u.a. im Buch «Fortschritt durch Verzicht – Ist das biologische Wesen Mensch seiner Zukunft gewachsen?», 294 Seiten, Nymphenburger Verlagshandlung, München 1975, behandelt.

kommen soll oder nicht. Durch den Missbrauch in der Hitler-Zeit aber sind eugenische Massnahmen unpopulär geworden, in Verruf geraten und werden kaum beachtet. Statt sie zu benützen, läuft man wissenschaftlichen Phantomen nach.

#### «Kerls, wollt Ihr ewig leben?»

Wie kann es weitergehen? Nehmen wir einmal an, es gelänge der medizinischen Forschung, der beiden Hauptseuchen der modernen, hochzivilisierten Menschheit, *Krebs* und *Kreislaufkrankheiten*, vollständig Herr zu werden. Wäre dann der Traum des Menschen vom ewigen Leben zu erfüllen? Ich glaube, wir stossen hier an eine letzte endgültige Grenze der medizinischen Möglichkeiten. Hirnforschung und Neurophysiologie haben im letzten Jahrzehnt Resultate über die Struktur und das Funktionieren des Gehirns erbracht, die atemberaubend interessant sind und die Grundlagen unserer Erkenntnistheorie beeinflussen müssen. Aber sie haben uns auch die Begrenzungen unserer Möglichkeiten gezeigt. *Auch das Gehirn altert*. Jedes Jahr stirbt unwiederbringlich ein gewisser Prozentsatz der  $10^{10}$  Nervenzellen des Gehirns ab (bei jedem Vollrausch 10 Millionen). *Das Altern des Gehirns scheint mir die letzte Begrenzung der Lebensdauer des Menschen zu sein*. Hierüber wird auch die Gerontologie nicht hinweghelfen. Die Lebensdauer des Menschen wird sich vielleicht noch um 10 Jahre verlängern lassen, aber eine Reparatur des Gehirns, eine Service-Auffrischung, wird wegen der fundamentalen Komplexität dieses Organs niemals möglich sein.

Wir können in der *medizinischen Forschung eine Grenze des Wachstums anvisieren*. Nicht, dass wir sie schon erreicht hätten, aber sie wird sichtbar und verweist uns auf unsere Endlichkeit. Was heisst das für die medizinische *Therapie*? Die Grenze der Möglichkeiten sehen heisst, den Tod als Realität anerkennen. Tod ist Teil des Lebens. *Ohne Tod kann es kein wirkliches Leben geben*. «Das sicherste Pfand für den Vorrang des Lebens ist der Tod. Der Tod aber ist nicht Ereignis. Er ist umfassende Ordnung, und sein Abglanz ruht auf jedem Wandel, jedem Untergang, jedem Schlaf und jedem Abschied.» (V. von Weizsäcker.)

Auch der medizinischen *Diagnostik* sind Grenzen gesetzt. Vergleichen wir die heutigen diagnostischen Möglichkeiten mit denen vor 20 Jahren. Welche phantastischen Möglichkeiten der klinischen Biochemie, der Röntgendiagnostik tun sich auf. Wahrscheinlich wären wir in der Lage, jeden biochemischen Einzeltorgang eines krankhaften Stoffwechsels oder des Zusammenspiels der Hormone zu erfassen. Aber das Mengenproblem, die unvorstellbare Fülle von miteinander zu korrelierenden Daten setzen eine Grenze, über die auch Computer nicht qualitativ hinausgehen können. Man kann die medizinische Diagnostik und Krankheitsanalyse an einzelnen Patienten in bestimmten Zentren sehr weit treiben, um gewissermassen punktuell die Möglichkeiten der Medizin zu demonstrieren. Erlaubt oder deutlicher gesagt, moralisch statthaft sind aber nur solche Therapien, die jedem Patienten zur Verfügung gestellt werden können. Krankheit ist eine Frage der gerechten Verteilung von Gesundheit. Da aber unsere materiellen Möglichkeiten zur Verteilung von *voller* Gesundheit an *alle* nicht hinreichen werden, müssen wir uns auf einen begrenzten Katalog von diagnostischen Methoden und medizinischen Therapien einigen. Selbstverständlich darf dies nicht im Sinne der Zwangszuteilung geschehen, sondern durch Verzicht als Folge intellektueller Einsicht. Das fordert viel von uns, von Ärzten und Patienten, und es ist vielleicht eine Utopie, hier eine vernünftige und moralische Lösung zu erwarten. Der medizinische Fortschritt hat ein Stadium erreicht, in dem er sinnlos zu werden droht, wenn er nicht mit gleichzeitigem teilweisen Verzicht auf gewisse Möglichkeiten verbunden ist. Dieser Verzicht kann aber nur als freiwillige

Leistung verstanden werden. Als verordnetes Gesetz wäre er automatisch inhuman, faschistisch und verbrecherisch.

#### Scheingrenzen und wirkliche Grenzen

Die Welt war für uns bisher ein «offenes» System. *Leben kann prinzipiell nur bestehen, wenn offene Systeme vorhanden sind, die selbständige Untersysteme bilden*. Diese Untersysteme müssen in der Lage sein, hochwertige Energie (chemische oder elektrische Energie) aufzunehmen und niedrigwertige Energie (Wärme) abzustossen. Einfacher ausgedrückt: *Leben bedeutet Verbrauchen*, oder komplizierter ausgedrückt: *lebende Systeme haben «dissipative» Strukturen, die nach vorwärts streben müssen*. Im Leben kann es keinen Stillstand geben, Stillstand bedeutet Tod.

Überall stossen wir in den letzten Jahren an Grenzen, und es stellt sich die Frage, ob das ein vorübergehender Zustand ist, hervorgerufen durch ein momentanes Unvermögen der Menschheit, oder ob wir hier grundsätzlichen, nicht lösbarer Problemen gegenüberstehen. Zu den *lösbarer Problemen*, den vorübergehenden Begrenzungen gehören etwa die *Verkehrsprobleme*, die grösstenteils auf *mangelnder Vorausschau, mangelnder Phantasie* oder *Egoismus* beruhen. Manche Fachleute behaupten auch, dass das *Welternährungsproblem* lösbar sei, vorausgesetzt freilich, dass die Weltbevölkerung nicht weiter wächst, denn die grossen Entdeckungen der neuen Getreidesorten, des *Kurzstrohweizens*, des *Philippinischen Wunderreises*, haben die Hektarerträge an Getreide verdoppelt bis verdreifacht. Ein Gebiet mit der höchsten Bevölkerungsdichte der Erde, die EG, ist dank der intensiven landwirtschaftlichen Technik ein Agrarüberschussland geworden.

Mit Sicherheit gibt es aber *einige grundsätzliche begrenzende Parameter*. Die *Weltbevölkerung* und die *Energieerzeugung* können nicht exponentiell weiterwachsen. Ganz abgesehen von der Frage, ob die Menschheit in Zukunft genügend Energie aus Öl, Kohle oder Uran zur Verfügung haben wird, muss die Frage überlegt werden: *Wieviel Energie dürfen wir verbrauchen?* Denn hier liegt eine absolute Grenze. Ein offenes System ist dadurch charakterisiert, dass es minderwertige Energie, Wärme, nach aussen abgeben muss. Wie weit auch immer uns unsere technische Entwicklung führen mag, ob wir ganze Kontinente heizen oder durch riesige Klimaanlagen kühlen, ob wir das verunreinigte Wasser ganzer Flüsse durch Destillation wieder sauber bekommen, ob wir Müll verbrennen oder rezyklieren: Immer ist damit Energieverbrauch und Wärmeproduktion verbunden, und es könnte durchaus sein, dass diese *Wärmeproduktion* ein Ausmass erreicht, das die Welt in solchem Massen aufheizt, dass *Klimaänderungen* stattfinden. So schätzt man, dass eine *Eiszeit* herbeigeführt werden kann, wenn die durchschnittliche Temperatur auf der nördlichen Halbkugel nur um zwei bis drei Grad sinkt. Wir stossen hier in völliges Neuland vor. Es gibt Forscher, die meinen, die Verseuchung der Atmosphäre mit Staub und Abgasen stelle einen Filter für die Sonne dar, der die Menge der bis auf die Erdoberfläche kommenden Sonnenenergie so herabsetzt, dass die durch den Menschen vorgenommene Energieproduktion dieses gerade kompensiert. Es gibt aber auch Forscher, die behaupten, die *Aufheizungseffekte* verstärken sich gegenseitig. Hier weiss man fast nichts.

Sicher ist aber, dass der Mensch mit seiner technischen Energieproduktion Größenordnungen erreicht hat, die einen höchst empfindlichen stationären Zustand, ein Jahrtausende bestehendes Gleichgewicht, von dem das gesamte Leben auf der Erde abhängt, umzuwerfen drohen, und dass dagegen kein Mittel helfen kann – denn alle Mittel erzeugen wiederum Wärme – ausser dem einen Mittel, *Beschränkung und Verzicht*.

## Kreisprozesse

In den dynamischen Systemen von Technik und Natur spricht man von *stationären* Zuständen. Damit ist nicht gemeint, dass ein System sich völlig statisch und unbewegt verhält, sondern dass man es mit einem *Fließgleichgewicht* zu tun hat, bei dem im Eingang und im Ausgang die Stoffe und Energien bilanziert sind. Als Beispiel für einen solchen stationären Zustand kann der *Eisenbahnverkehr* genommen werden. In einem komplizierten Fahrplansystem werden Züge von Nord nach Süd und Süd nach Nord eingesetzt, um Personen und Güter zu transportieren – und natürlich werden die Eisenbahnwagen in Hamburg oder Basel nicht auf Schrothäufen geworfen, sondern wieder für den Rückverkehr eingesetzt. Es wird der Transport von Menschen und Material bewirkt, aber dennoch ist der Bestand an Wagen und Personal im Ganzen stationär. Ein solcher stationärer Zustand wird durch Energieverbrauch aufrechterhalten: Die Lokomotiven verbrauchen Strom, der als Brems- und Reibungswärme verlorengeht, das Bahnpersonal isst und bezieht Gehälter, mit denen es ebenfalls energieverbrauchende Prozesse in Gang setzt. Solche stationären Zustände können äusserst gut rationalisiert und ökonomisiert sein. Musterbeispiele hierfür sind die biologischen Prozesse.

Es gibt keine technische Maschine, die mit einem so guten Wirkungsgrad arbeitet wie die *Maschine Muskel*. Der biochemische Ablauf dieses Prozesses ist vor etwa 1 Milliarde Jahren in der biochemischen Evolution erfunden worden als Resultat eines unvorstellbar langen Ökonomisierungs- und Rationalisierungsprozesses, der schlechthin nicht mehr verbessertsfähig ist. Das Prinzip dabei ist, den Traubenzucker eben nicht einfach zu verbrennen, so wie wir Kohle und Erdöl verbrennen, sondern Schritt für Schritt jeden chemischen Teilprozess dieses verbrennenden Abbaus isoliert zu nutzen. Die Folge davon ist, dass die mechanische Maschine Muskel vergleichsweise ganz wenig Abwärme erzeugt. Sie wandelt 60 Prozent der im Zucker enthaltenen chemischen Energie in mechanische Muskelenergie um, während zum Beispiel ein Verbrennungsmotor nur einen Wirkungsgrad von 8 bis 9 Prozent hat.

Demgegenüber ist unsere noch junge Technik ganz auf *Raubbau* abgestellt. Sie verwandelt auf kürzestem Wege ein hochwertiges Produkt in Müll und Abwärme. Mir scheint, dass wir bisher in äusserst naiver Weise nur den Nutzen aus allen grossartigen Entdeckungen gezogen haben, die ich in nichts schmäler möchte, ohne zu sehen, dass der Preis dafür wesentlich höher ist, als ursprünglich vermutet. Wir brauchen eine *neue Technik*, die – angelehnt an die Vorbilder der Natur – *Rohstoffe und Energien in Kreisläufen führt*.

## Eine totale Eroberung der Natur ist nicht möglich

Zwar hat sich der Mensch aus wesentlichen Zwängen der Evolution befreit. Aber wir sehen heute ganz klar, wo die Grenzen der Freiheit und der Technokultur liegen. Andersherum ausgedrückt, wir sehen, inwieweit der Mensch ein Naturwesen ist. Das können wir wissenschaftlich auf ganz unromantische Weise erfassen. Wir wissen, dass ein Teil unseres Verhaltens durch Vererbung instinktmässig vorherbestimmt ist. Wir kennen wesentliche Mechanismen unseres Zentralnervensystems. Wir sind ziemlich sicher, dass die Fortpflanzung des Menschen sich auch in Zukunft so vollziehen wird wie bei anderen Säugetieren, und wir wissen, dass der Tod als letzte Bestimmung der biologischen Existenz des Menschen unumgänglich ist. In der ausser uns liegenden Natur erkennen wir, dass der Erdball ein geschlossenes System ist, aus dem wir trotz der punktuellen Erfolge der Raumfahrt nicht herauskommen werden. Wir können auch die Eroberung des Erdballes nicht mehr sehr viel weiter treiben, weil die natürlichen Gleichgewichte, insbesondere das klimatische Gleich-

gewicht, so grundlegend gestört würden, dass damit die Existenz des Menschen in ähnlicher Weise bedroht würde wie durch einen Atomkrieg der Supermächte. *Die optimistisch-positivistische Periode der fröhlichen Eroberung der Erde geht zu Ende*, in einem Kreisprozess werden wir auf uns selbst verwiesen.

## Natur – Widernatur – Übernatur

Wir erkennen, dass wir in unserem Verhältnis zur Natur, in den Anwendungen unseres Denkens, entscheidende Fehler gemacht haben: Während die Natur eine Gleichgewichtslösung für die Probleme ihres Wachstums gefunden hat, die für ihre wesentlichen Systeme einen stationären Zustand gewährleistet (Wasserkreislauf – Atmosphäre – Assimilation der Kohlensäure – Zusammenleben von Tieren und Pflanzen) bei gleichzeitig langsamer Evolution (das heißt Offenheit), hat der Mensch durch sein Denkvermögen und durch dessen Anwendung auf Naturvorgänge diese an vielen Stellen zerstört; er hat stationäre Zustände in einseitige Verbrauchsprozesse umgewandelt. Ein völliges Umdenken ist notwendig. Doch es gibt keinen Weg zurück, das wäre der Weg in die Steinzeit, es gibt nur die *kühl geplante Flucht nach vorne*. Wir haben die Natur verlassen, wir haben uns gegen die Natur stellen müssen, nun ist es an der Zeit, dass wir uns über die Natur stellen. Die Zeit ist reif dafür, dass die Menschheit den Zyklus «Natur – Widernatur – Übernatur» vollendet. Wir müssen umdenken lernen, wir müssen wieder verstehen, dass die Welt in ihren wesentlichen Strukturen zyklisch ist, dass dieses ein fundamentales geistiges Prinzip darstellt, was *Heraklit* im Jahre 500 v. Chr. mit seinem Wort: «Gemeinsam ist Anfang und Ende beim Kreisumfang» ausdrücken will oder wie es *Kleist* in seiner Erzählung vom Marionettentheater sagt: «Wir müssen zum zweiten Male vom Baume der Erkenntnis essen, um in den Stand der Unschuld zurückzufallen.»

Woher kann der Mensch unserer Tage die Motivation und die Kraft zum Verzicht beziehen? Diese Kraft aus der Religion zu gewinnen, ist heute den meisten versagt. Ich meine, wir müssten ein anderes, mehr *spielerisches Verhältnis zur Realität* gewinnen. Wir müssen vielleicht lernen, Wissenschaft als Kunst aufzufassen.

## Die Kategorie des Ästhetischen – Kunst als Meta-Wissenschaft

Das Realitätsprinzip ist ein Teil der wirklichen Welt. Die Entwicklung des Menschen zum Erwachsenen wird nach *Freud* als ein allmähliches Sichbeugen vor dem Realitätsprinzip verstanden. Das Irreale wird in die Welt des Traumes und des Unterbewussten verbannt. Aber seit Freud wissen wir, dass auch die *menschliche Irrationalität* nicht beliebig und zufällig ist, sondern dass hier Systeme walten, die der wissenschaftlichen Erfassung zugänglich sind. Zwar entsteht dabei eine ganz andere Wissenschaft, die sich nicht «beweisen» lässt, die eher induktiven als deduktiven Charakter hat, die eher prophetisch als kausal ist. Aber auch diese Wissenschaft und ihren Niederschlag in *Anthropologie, Verhaltensforschung, Linguistik, Mythenkunde* benötigen wir, um uns selbst zu verstehen.

Und an dieser Stelle berühren sich *Wissenschaft und Kunst*. Seit Beginn dieses Jahrhunderts hat die abstrakte Kunst, welche die Wirklichkeit nicht wiederzugeben versucht, sondern die Realität verändert, einen breiten Raum und eine grosse Aussagekraft erhalten. Das Phänomen «Picasso» ist so zu verstehen. Jedermann weiß, dass *Picasso* auch realistisch malen konnte, was die Gemälde der blauen Periode oder seine späten Zeichnungen in wunderbarer Weise belegen, dass er aber das Realitätsprinzip eben bewusst nicht anwenden wollte um zu zeigen, dass hinter der objektiven Wirklichkeit eine

andere, eine *symbolische Wirklichkeit* steht. Und so ähneln sich moderne Bilder von Picasso und die *Höhlenzeichnungen von Lascaux* in frappierender Weise, aber nicht etwa deshalb, weil Picasso diese Höhlenzeichnungen nachahmte, sondern weil in der zyklischen Welt, wenn die «Erkenntnis gleichsam durch ein Unendliches gegangen ist, sich die Grazie wieder einstellt» (Kleist). Aber diese Erkenntnis ist keine vernunftgemäße wissenschaftliche Erkenntnis sondern eine ästhetische Erkenntnis, die zwischen Vernunft und Gefühl vermittelt, welche die anderweitig unauflösbar Spannung zwischen Denken und Fühlen austragen kann. Hier liegt die wahre Aufgabe der Kunst als einer Meta-Wissenschaft. Diese Meta-Wissenschaft darf, um ihre Aufgabe leisten zu können, nicht vorwissenschaftlich, also Prä-Wissenschaft sein, sondern sie muss die Welt der Realitäten voll in sich hineinnehmen, noch darf sie para-wissenschaftlich sein, das heißt neben der Wissenschaft her operieren und sich gegen sie stellen, von der Wissenschaft prostituiert, aber neben ihr ohne Geltung. Sie muss vielmehr echte Meta-Wissenschaft sein, das heißt unter Hineinnahme aller, auch der letzten wissenschaftlichen Er-

kenntnisse den Menschen in einen ästhetischen Raum weiterführen. Die letzten Grenzen unserer Erkenntnis in der Kernphysik und in der Biologie scheinen mir solche Übergänge von Wissenschaft zu Meta-Wissenschaft anzudeuten, in der nicht mehr allein die Kategorie der Rationalität gilt, sondern zusätzlich die Kategorie des Ästhetischen mitbestimmend wird.

Kann es gelingen, Wissenschaft und Kunst wieder zusammenzuführen, Denken und Fühlen in Einklang zu bringen im «Reich des schönen Scheins»? Jedenfalls müssen wir den Versuch machen, *den Menschen aus der Fessel des Objektivitätsprinzips zu befreien*, so wie er sich aus den Fesseln der Natur befreit hat, und ich betone eindringlich: nicht durch Umstossen des Objektivitätsprinzips, sondern durch Überwinden auf höherer Ebene muss der Mensch wieder «lebende Gestalt» gewinnen. Vielleicht wird er dann ohne Entzagung und intellektuelle Opfer verzichten können zu Gunsten eines wahren *Fortschritts*.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. F. Cramer, Direktor am Max-Planck-Institut für experimentelle Medizin, Abtlg. Chemie, Hermann-Rein-Strasse 3, D-3400 Göttingen.

## Versuche mit Brückenlagern

Von Aluis Maissen, Dübendorf

Mit den folgenden Ausführungen beabsichtigt der Verfasser, *Bauherren, Herstellern von Lagern und projektierenden Ingenieuren* über die Möglichkeiten zu berichten, die zurzeit an der *Eidgenössischen Materialprüfungs- und Versuchsanstalt (EMPA)* in Dübendorf für die *Prüfung von Lagern* vorhanden sind. Im weiteren sollten einige charakteristische Merkmale über das Verhalten der verschiedenen Lagertypen vermittelt werden. Dies erfolgt anhand von ausgewählten Versuchen, die in den letzten Jahren in Zusammenhang mit Zulassungsversuchen, Abnahmetests und Neuentwicklungen durchgeführt wurden. Insbesondere sollen dabei Versuchseinrichtungen und Prüfmethoden folgender Auflager beschrieben werden:

- *Rollenlager* (Lager aus herkömmlichem Stahl sowie Edelstahl),
- *Gleitlager* (Gleitschichten aus PTFE und Chromstahlblechen),
- *bewehrte Elastomere-Lager*,
- *Topflager*.

Neben eingehenden Materialprüfungen wurden Roll- und Gleitreibungsuntersuchungen, Funktionsprüfungen sowie Verschleiss- und Bruchversuche durchgeführt. Zudem erfolgten besondere Untersuchungen an Lagerausschnitten in Zusammenhang mit Grundlagenforschung und Neuentwicklung. Die Versuche erfolgten ausschliesslich im Auftrag privater Firmen.

Die Hauptschwierigkeit bei der Prüfung von Brückenlagern liegt in der Regel bei den aufzubringenden grossen Kräften. Während die Bruchlasten bei Elementen des Massivbaus mit der heute zur Verfügung stehenden Hydraulik normalerweise ohne Schwierigkeiten aufgebracht werden können, liegen diese bei grossen Auflagern um rund eine Zehnerpotenz höher. Nutzlasten von 40 MN sind heute, beispielsweise auf dem Gebiet der Topflager, nichts Aussergewöhnliches mehr.

Wenn man zudem bedenkt, dass die Sicherheitsfaktoren der Lager im allgemeinen wesentlich höher liegen als bei den übrigen Konstruktionsteilen, so wird klar, dass die Bruch-

lasten grosser Auflager die Kapazität der heutigen Prüfmaschinen bei weitem übersteigen. Die Prüfung muss sich deshalb auf kleinere Lager oder auf Lagerausschnitte beschränken, sofern dies ebenfalls aussagekräftig ist, und die Ergebnisse dadurch nicht verfälscht werden.

In der EMPA stehen heute Prüfeinrichtungen mit folgenden Lastkapazitäten zur Verfügung:

- *Grosse Presse*,  $P_{max} = 20$  MN: einfache Prüfungen unter zentrischer Belastung
- *Aufspannboden*,  $P_{max} = 7,5$  MN: kompliziertere Einrichtungen für Reibungsversuche, Zwangskippungen usw.

### Normen, Richtlinien

Im Vergleich zum Ausland, vorab in der *Bundesrepublik Deutschland* [1], kennt man in der *Schweiz* recht wenig verbindliche Vorschriften und Normen auf dem Gebiet des Lagerbaus. Vor allem ist hierzulande das Prinzip der sogenannten *Zulassung nicht eingeführt*. Zudem beziehen sich die bestehenden Vorschriften primär auf den Einbau und die Anordnung der Lager und erst in zweiter Linie auf die Lager selber. Die wichtigsten Vorschriften, die sich auf Brückenlager beziehen, wurden vom *Eidgenössischen Departement des Innern* als *Richtlinien für den Nationalstrassenbau* herausgegeben. Sie sind in «Schweizerische Nationalstrassen, Standardprojekte für Brücken, Konstruktive Einzelheiten, D. 340» enthalten. Im weiteren sind vereinzelte Vorschriften in den *Normen SIA 160 (Reibungskräfte)* und *161 (Berechnungsgrundlagen für Lager)* enthalten. Zudem geben einzelne Kantone eigene Richtlinien oder Hinweise über das Lagerwesen heraus. Seitens der Bauherrschaften wird in der Schweiz jedoch häufig auf eine allenfalls vorhandene deutsche Zulassung abgestellt oder es werden die Bestimmungen des *Instituts für Bautechnik in Berlin* für Zulassungsversuche herangezogen.