

Über die Verantwortung des Wissenschaftlers^[**]

Von Hans Mohr^[*]

Das traditionelle Vertrauensverhältnis zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit erscheint in diesen Tagen gestört. Es ist notwendig, die Grenzen der Leistungsfähigkeit von Wissenschaft zu klären und über die Verantwortung des Wissenschaftlers nachzudenken.

Das Ziel der Wissenschaft ist Erkenntnis.

Noch vor einigen Jahren waren die meisten Wissenschaftler selbstsicher. Wissenschaft war ein selbstverständlicher Bestandteil unserer Kultur. Die Zunahme von Erkenntnis galt als nahezu synonym mit moralischem Fortschritt, mit mehr Humanität, mehr Freiheit, mehr Glück. Der Wissenschaftler konnte damit rechnen, daß die Öffentlichkeit seine Arbeit respektierte und daß sie ihm vertraute. In der Regel vertraute sie ihm *blindlings*.

Das alles hat sich geändert. Die Wissenschaft als Institution und der Wissenschaftler als Person sind einbezogen in die allgemeine Vertrauenskrise, die sich in unserer Gesellschaft ausgebreitet hat. Wissenschaft und die aus ihr erwachsende Technik gelten bereits weithin als *Gegner* des Menschen. Kürzlich, zum Tode von *André Malraux*, schrieb der französische Literaturkritiker *Poirot-Delpèch* in „Le Monde“: „Hier entfällt sich das Abenteuer unseres geschundenen Jahrhunderts, dem nach dem Tode Gottes und dem moralischen Versagen der Wissenschaft nichts übrigblieb, als die Größe des Menschen auf jenes Nichts (*néant*) zu gründen, das ihn erdrückt.“

Hat die Wissenschaft wirklich versagt?

[*] Prof. Dr. H. Mohr
Biologisches Institut II der Universität
Schänzlestraße 1, D-7800 Freiburg

[**] Gekürzte Fassung eines Festvortrags bei der 100-Jahr-Feier der Technischen Hochschule Darmstadt am 20. Oktober 1977.

Auf den ersten Blick sieht es nicht danach aus. Im Gegenteil: die moderne Wissenschaft war und ist erstaunlich leistungsfähig. Der Erkenntnisfortschritt ist ungebrochen und in einigen Disziplinen von beispielloser Intensität. Wir alle leben materiell und wirtschaftlich von den Leistungen der Wissenschaft. Wir leben besser, weit besser, als jemals Menschen vor uns gelebt haben. Wer dies nicht anerkennt, weiß nicht (oder will nicht wissen), wie unsere Vorfahren gelebt und gelitten haben. Natürlich ist der point of no return längst überschritten. Für die Rückkehr zum *einfachen* Leben, selbst wenn es erstrebenswert wäre, gibt es 3 oder 4 Milliarden Menschen zuviel. Wir müssen also, wenn wir weiter leben wollen, die Zerfallerscheinungen unserer Kultur durch wissenschaftlich-technischen Fortschritt überkompensieren. Führte das Mißtrauen gegen den *Homo faber* tatsächlich zu einer Abkehr der Menschen von der Wissenschaft, so wäre dies ein Abschied von der Zivilisation.

Die Wissenschaft – so scheint es – hat auch *moralisch* nicht versagt. Das Ethos der Wissenschaft, jenes moralische Gesetz, das objektive Erkenntnis stiftet, hat sich weit besser bewährt als irgend ein anderer Satz von Geboten oder Verboten in der Kulturgeschichte des Menschen. Es gibt keine Anzeichen dafür, daß sich seine Verbindlichkeit in den klassischen wissenschaftlichen Disziplinen gelockert hätte. Im Gegenteil: die Strenge der Sanktionen bei Abweichungen vom Gebot hat eher zugenommen.

Wie kann es dann zu dem Vorwurf kommen, die Wissenschaft habe versagt? Mir scheint, der Grund dafür ist, daß

sich die Menschen von der Wissenschaft mehr erwarten, als sie ihrer Zielsetzung und Struktur nach leisten kann. Freilich sind die Wissenschaftler daran nicht unschuldig. Auch seriöse und in ihrer Disziplin sachkundige Wissenschaftler haben in den 60er Jahren die Illusion genährt, jedes Problem sei lösbar, wenn wir nur wollten; sie haben nicht nur Erkenntnis und Erklärung versprochen, sondern auch Heilung. Die Wissenschaft als Institution wird jetzt dafür getadelt, daß diese Versprechungen nicht zu erfüllen sind. Es waren zum Teil die phantastischen Erfolge jener Jahre, wie die Landung auf dem Mond oder die Entzifferung des genetischen Code, die zu solchen Versprechungen verführt haben. Der wesentliche Grund aber ist darin zu suchen, daß viele Wissenschaftler nicht in der Lage waren (und auch heute nicht in der Lage sind), zu unterscheiden zwischen Problemen, die einer wissenschaftlich-technischen Lösung *unmittelbar* zugänglich sind, und Problemen, deren Lösung eine Änderung in den herrschenden Neigungen oder im *Wertsystem* einer Gesellschaft voraussetzt. *Diese* Probleme sind es, die die wirklichen Schwierigkeiten bereiten, denn Änderungen im Wertsystem und in der Neigungsstruktur sind enge Grenzen gesetzt.

Es war die mangelnde Einsicht in die Natur und Struktur von Problemen, die zu dem Optimismus geführt hat, ein globaler Angriff der Elite der Wissenschaft könne auch die Probleme lösen, an denen die Welt besonders leidet: Übervölkerung, Mangel und Armut, Erschöpfung der Reserven, Zerstörung der Umwelt, Chauvinismus, kollektiver Neid, wirtschaftliche Erpressung, ideologischer Fanatismus.

Bei klaren und einfachen Zielsetzungen und unverändert bleibenden Wertsystemen der Gesellschaft ist die Wissenschaft nahezu unbegrenzt leistungsfähig. Ist die Zielsetzung verschwommen und kann sie nur dann verwirklicht werden, wenn Änderungen im vorherrschenden Wertsystem und in der vorherrschenden Neigungsstruktur der menschlichen Gesellschaft vorgenommen werden, reicht die Leistungsfähigkeit der Wissenschaft entweder nicht aus, oder, weit schlimmer, wissenschaftliche Teillösungen – beispielsweise im Kampf gegen den Hunger die „Grüne Revolution“ – führen zu einer *Verschärfung* des Gesamtproblems.

Ich muß an dieser Stelle, um Mißverständnissen vorzubeugen, den Begriff *Wissenschaft* erläutern. Das Ziel der Wissenschaft ist Erkenntnis, was so viel heißt wie zuverlässiges Wissen; Wissen, auf das man sich beim Umgang mit der realen Welt (einschließlich des Umgangs mit Menschen) und beim Umgang mit Ideen verlassen kann. Erkenntnis findet ihren Niederschlag in Form von Sätzen. Handelt es sich um generelle Sätze, so nennt man sie Gesetze, handelt es sich um singuläre Sätze, so nennt man sie Tatsachen. Was die Wissenschaft vor allen anderen Bemühungen des menschlichen Geistes auszeichnet, ist der Umstand, daß sie strenge Verfahren dafür entwickelt hat, zu prüfen, ob ein Satz wahr oder falsch ist.

Das „wissenschaftliche Ethos“ ist ein kohärenter und erstaunlich widerspruchsfreier Codex von Geboten und Verhaltensregeln, der die folgenden Forderungen einschließt: Primat der Erkenntnis (Erkenntnis ist unter allen Umständen besser als Ignoranz), intellektuelle Ehrlichkeit, gegenseitige Achtung, Objektivität, Freiheit des Denkens (und damit Verzicht auf Informationsabweis), symmetrisches Argumentieren, Klarheit der Ausdrucksweise. Besonders wichtig ist die Forderung, daß wissenschaftliche Sätze jederzeit und uneingeschränkt überprüfbar sein müssen. Eine Aussage ist nur dann erlaubt, wenn diese Aussage von jedem, der die geistigen und technischen

Voraussetzungen dafür hat, auf seine Richtigkeit hin kontrolliert werden kann.

Dieser Codex wird von der Scientific Community, dem Kreis der jeweils kompetenten Wissenschaftler, straff gehandhabt. Wer Begriffe verwendet, die nicht hinreichend definiert sind, wer falsche Daten mitteilt, wer leichtsinnig Behauptungen aufstellt, wer mit Theorien hantiert, die nicht empirisch zu prüfen sind, wer andere vorsätzlich verleumdet, der verliert seine Glaubwürdigkeit und das Vertrauen seiner Kollegen und scheidet mehr oder minder schnell aus dem Kreis der Wissenschaft aus.

Natürlich sind *unbeabsichtigt* falsches Messen, Denken und Argumentieren eine unvermeidliche und ständige Gefährdung des Erkenntnisfortschritts. Um so wichtiger ist es, daß wir mit *absichtlich* falschem Messen, Denken und Argumentieren nicht zu rechnen brauchen.

Das wissenschaftliche Ethos erweist sich durch seinen Erfolg als ein Prinzip von höchster Leistungsfähigkeit. Aber – und auf diese Einschränkung kommt es an – es ist ein Partialethos, das uns lediglich im Hinblick auf ein bestimmtes Ziel sittliche Normen auferlegt. Dieses Ziel ist Erkenntnis. Solange die Bemühungen eines Menschen auf das Ziel gerichtet sind, der wissenschaftlichen Erkenntnis zu dienen, unterwirft er sich dem wissenschaftlichen Ethos. Für andere Zielsetzungen, etwa im zwischenmenschlichen, im wirtschaftlichen oder im politischen Bereich gibt uns das wissenschaftliche Ethos keine verbindlichen Maximen. Es ist ein Partialethos, das auch das Leben des Wissenschaftlers nur partiell beherrscht. Die meisten Wissenschaftler sind in ihrem *persönlichen* Leben, gelegentlich auch im persönlichen Umgang miteinander, weder besonders „edel“, noch besonders „hilfreich“, noch besonders „gut“. Warum sollten sie? Ihre Qualifikation und ihr Status als *Wissenschaftler* hängen davon nicht ab.

Andererseits ist die durch das wissenschaftliche Ethos stabilisierte internationale Einheit der Wissenschaft eine ungemein eindrucksvolle Erscheinung. Wissenschaftler verschiedener Kulturen und Gesellschaftssysteme können ohne weiteres in ein wissenschaftliches Gespräch eintreten. Solange sie im Rahmen ihrer Wissenschaft bleiben, werden sich keine prinzipiellen Verständigungsschwierigkeiten ergeben.

Natürlich kann der Wissenschaftler absichtlich und überlegt aus diesem Kreis heraustreten, indem er sich *politisch* äußert oder *über* Wissenschaft spricht, aber er muß deutlich erkennen lassen, wann er (politisch) *überzeugen* will und wann er *beweisen* kann.

Wir stehen damit vor der Frage, wie wissenschaftliche Erkenntnis gesellschaftliche Entscheidungsprozesse beeinflusst. Im Grunde ist die Antwort auf diese Frage nicht schwierig. Die Beiträge, welche die Wissenschaft für die Bewältigung der Probleme menschlicher Existenz zu leisten vermag, haben stets dieselbe Struktur. Es sind „Wenn-dann“-Sätze: Wenn die Faktorenkonstellation *x* gegeben ist, dann werden die Folgen *y* resultieren; oder, wenn man die Folgen *y* erreichen will, dann muß man die Konstellation *x* schaffen; oder, wenn man die Folgen *y* vermeiden will, dann muß man die Konstellation *x* vermeiden. Ob es wünschenswert oder gerecht ist, *y* zu erreichen oder zu vermeiden, ist in diesen Sätzen nicht impliziert. Ein solches Werturteil ist wissenschaftlich nicht begründbar. Daher ist jede *Anwendung* wissenschaftlicher Erkenntnis notwendigerweise ambivalent. Das kann man sich an jedem Stück Technik klarmachen, an einem Küchenmesser genauso wie am Penicillin, an einem Herbizid genauso wie

an einem Atomreaktor. Die moralische Verantwortung des Wissenschaftlers als Wissenschaftler betrifft ausschließlich die Zuverlässigkeit der „Wenn-dann“-Sätze. Diese Verantwortung kann man allerdings kaum überschätzen, denn ein Versagen kann hier unermesslichen Schaden stiften. *Zuverlässiges Wissen ist eine Voraussetzung richtigen Handelns.* Ob und wann der handelnde Mensch die „Wenn-dann“-Sätze zur Bewältigung seiner Probleme nutzt, hängt jedoch von Entscheidungen ab, die über den Kompetenzbereich der Wissenschaft hinausgehen. Solche Entscheidungen sind mehr als die Addition wissenschaftlicher „Wenn-dann“-Sätze. In ihnen stecken auch die Vorurteile, die Maßstäbe, die Normen, die Motivationen und die Prioritäten, nach denen ein Staat und eine Gesellschaft ihr Handeln ausrichten.

An dieser Stelle muß die oft diskutierte Frage aufgenommen werden, ob der Wissenschaftler durch eine *Verweigerung* von Erkenntnis zu einer humaneren Welt beitragen kann. Man hat immer wieder die Forderung erhoben, dem Hippokratischen Eid für Ärzte eine entsprechende Verpflichtung für Wissenschaftler an die Seite zu stellen. Die Vorschläge für einen solchen Eid laufen stets darauf hinaus, daß sich die Wissenschaftler verpflichten sollten, nur dann zu arbeiten, wenn sich die Zielsetzung der Arbeit mit bestimmten Wertvorstellungen – humanen Wertvorstellungen – vereinbaren läßt. *Descartes* bereits hat am Ende des Discours einen solchen Eid ins Auge gefaßt. Er schreibt: „Ich könnte nicht an Projekten arbeiten, die nur deshalb für einige nützlich sind, weil sie anderen schaden“.

Ein Vorschlag aus unseren Tagen stammt von *Dullart*: „Als Wissenschaftler verpflichte ich mich, mein Wissen und Können ausschließlich in den Dienst der Menschheit zu stellen. Ich werde meinen Beruf verantwortungsbewußt, gewissenhaft und mit Würde ausüben. Ich werde mich niemals an Forschungen beteiligen, die auf die ungerechtfertigte Ausrottung von Organismen oder auf die Störung biologischer Gleichgewichte abzielen, falls diese Störung für die Menschheit nachteilig ist. Die Leitidee meiner wissenschaftlichen Arbeit wird die Förderung des Gemeinwohls sein. Ich übernehme die Verantwortung für unvorhergesehene, schädliche Resultate, die unmittelbar aus meiner Arbeit resultieren. Ich werde diese Schäden beheben, soweit ich kann. Dies gelobe ich aus freien Stücken und leiste darauf mein Ehrenwort“.

Die Schwierigkeiten, die sich der Einführung und der Durchsetzung einer solchen Verpflichtung entgegenstellen, sind offensichtlich. Wie soll ein Konsens darüber erzielt werden und wer wird notfalls darüber entscheiden, ob eine bestimmte wissenschaftliche Arbeit als ein Dienst an der Menschheit angesehen werden kann? Welcher erfahrene Mensch traut sich ein solches Urteil zu? Die im Hippokratischen Eid der Ärzte enthaltene Verpflichtung, das menschliche Leben unter allen Umständen und mit allen Mitteln zu erhalten, hat *auch* dazu beigetragen, daß die Bevölkerungsexplosion in weiten Teilen der Welt zu einer tödlichen Bedrohung der Menschheit geworden ist und daß der Reichtum der genetischen Evolution, die Breite und Schönheit der Schöpfung, dem exponentiellen Wachstum des Menschen zum Opfer fiel.

Die Forderung an den Wissenschaftler, er solle die möglichen Folgen seiner Arbeit vorhersehen und *im voraus* sittlich verantworten, ist deshalb prinzipiell unerfüllbar. Natürlich steht die *persönliche Verweigerung* in einer freien Gesellschaft jedem offen. Sie ist allerdings, abgesehen von besonders promi-

nenten, heroischen Ausnahmen, wirkungslos, da auch in der Wissenschaft fast jeder Mensch ersetzbar ist.

Es wird – als eine Variante des Hippokratischen Eids – auch argumentiert, der sachverständige Wissenschaftler trage eine *besondere Verantwortung* für das Gemeinwohl. Beispielsweise hat die Deutsche Physikalische Gesellschaft in ihre Satzung den Paragraphen aufgenommen: „Die Gesellschaft verpflichtet sich und ihre Mitglieder, für Freiheit, Wahrhaftigkeit und Würde in der Wissenschaft einzutreten und sich dessen bewußt zu sein, daß die in der Wissenschaft Tätigen für die Gestaltung des gesamten menschlichen Lebens in besonders hohem Maße verantwortlich sind.“ Ich halte den zweiten Teil dieses Paragraphen für eine unüberlegte Leerformel. *Besondere Verantwortung* ohne *besondere* legislative oder exekutive Macht ist in einer Demokratie ein unrealistisches, moralisch gefährliches Postulat. Eine *besondere Verantwortung* des Wissenschaftlers wäre nur dann diskutabel, wenn dem Wissenschaftler eine *privilegierte* Stellung in Legislative und Exekutive eingeräumt würde. Ich halte davon nichts. Jede Hinwendung zu Technokratie und Expertokratie rührt an die Grundlagen der Demokratie und überfordert auch den Wissenschaftler. Alle Erfahrungen widersprechen der These, Wissenschaftler seien auch *außerhalb* ihrer Disziplin besonders qualifiziert, Zielvorstellungen zu konzipieren und ethisch zu begründen. Es ist eine schmeichelhafte, aber falsche Unterstellung, wissenschaftliche Fachkompetenz impliziere ein hohes Maß an normativer Vernunft. Die meisten Wissenschaftler müssen gesellschaftspolitisches Denken und Handeln mühsam erlernen. Es ist gewiß deprimierend, sehen zu müssen, wie Opportunismus und Kurzsichtigkeit unter den Politikern um sich greifen. Es ist unheimlich, zu beobachten, wie sehr die großen Entscheidungen unserer Zeit die meisten Menschen überfordern, und wie die Angst vor dem Fortschritt und die Angst vor dem Risiko auch jene erfaßt, die auf den Fortschritt nicht verzichten wollen. Aber die Alternative, die Entmündigung der Öffentlichkeit, der moralisch verbrämte Despotismus im Gewand einer Technokratie oder Expertokratie, ist nicht akzeptabel. Die Wissenschaft kann für den einzelnen oder für das Kollektiv keine Moral, keine Zielmodelle und keine Sinnkriterien entwickeln, die den Charakter und die Verbindlichkeit wissenschaftlicher Sätze hätten. Die Wissenschaft kann nichts Verbindliches sagen über „den Sinn der Welt“, über den „Sinn des Daseins“ oder über das „Ziel der Gesellschaft“. Hier liegen die Grenzen der Wissenschaft. Wir sollten sie respektieren.

Wie kann die Wissenschaft die Vertrauenskrise, in die sie verwickelt ist, überwinden? Es gibt, glaube ich, nur einen Weg. Wir müssen unseren Mitbürgern unmißverständlich sagen, was wir können und was nicht. Aber dazu muß sich der Wissenschaftler zunächst einmal selbst darüber klar werden, wo wissenschaftliche Kompetenz aufhört und die Annäherung beginnt. Erlauben Sie mir hierzu ein Beispiel.

Anfang 1977 haben 650 Wissenschaftler – Physiker, Chemiker, Biologen, Mediziner, Ingenieure – aus Hochschulen und Forschungsinstituten in einem offenen Brief an die Abgeordneten des Deutschen Bundestages die Nutzung der Kernenergie für notwendig und für verantwortbar erklärt. Diese Energiequelle stelle auch bei voller Ausschöpfung der Möglichkeiten des Energiesparens und der Anwendung der einheimischen Kohle kurz- und mittelfristig die einzige Möglichkeit zur ausreichenden und preisgünstigen Befriedigung des Energiebedarfs dar. Die 650 Wissenschaftler vertraten aufgrund ihrer Kenntnisse die Meinung, „daß die Gefahren der Kernenergie

derzeit ausreichend beherrscht werden und daß dies in Anbetracht der intensiven Forschungsarbeiten über Sicherheitsfragen auch für den weiteren Ausbau der Kernenergie gelte“. „Die verbleibenden Restrisiken werden“, so heißt es in dem offenen Brief, „von uns ernst genommen. Sie erscheinen jedoch vertretbar, wenn man sie am zivilisatorischen Gesamtrisiko mißt, und sie sind kleiner als manche Risiken, die um geringerer Vorteile willen in Kauf genommen werden.“ Kurz danach wurde von zahlreichen anderen Wissenschaftlern – wie es hieß – eine Erklärung unterzeichnet, in der eine drastische Reduzierung und Verlangsamung der bestehenden Kernkraftwerksplanung gefordert wurde. Dies wurde unter anderem damit begründet, daß die mit der großtechnischen Erschließung von Kernenergie auftretenden Sicherheitsprobleme keineswegs als gelöst angesehen werden könnten. Auf die Konsequenzen der Plutoniumgewinnung wurde hingewiesen. Nur durch polizeistaatliche Maßnahmen könne der Diebstahl und Mißbrauch von Plutonium verhindert werden. Außerdem schaffe der Export von Kernkraftwerken durch die Bundesrepublik zusätzliche Möglichkeiten des Mißbrauchs. Die meisten Unterzeichner dieser Erklärung waren keine in den Sachfragen kompetente Naturwissenschaftler oder Techniker, sondern Soziologen, Theologen und Publizisten. Trotzdem lief die Meldung über die Erklärung unter der Überschrift „Tausend Wissenschaftler mahnen“ durch Presse und Fernsehen. Die Bonner Parlamentarier hatten nun zwei einander widersprechende Er-

klärungen auf dem Tisch, beide ausgestellt im Namen der Wissenschaft. Da die Massenmedien in der Bundesrepublik nur die „Erklärung der Sechzehnhundert“ breit herausgestellt und kommentiert haben, wurde bei der in Sachen Kernenergie ohnehin verunsicherten Bevölkerung der Eindruck erweckt, daß die Wissenschaft nahezu geschlossen den weiteren Ausbau der Kernenergieerzeugung ablehne.

Ich glaube, wir dürfen so nicht weitermachen. Um der Wissenschaft willen müssen wir der Hybris entgegentreten, Wissenschaftler seien die moralischen Lehrmeister der Nation und die Schiedsrichter in den Dingen des politischen Gewissens. Mit diesem Anspruch „kritischer Wissenschaft“ hat sich die Universität übernommen. Die Wissenschaft kann den Menschen nicht verbindlich sagen, was „gut“ ist und was „schön“ ist; wohin das Menschenleben und das Menschengeschlecht geht. Man kann im Rahmen der Wissenschaft die Fragen nach dem „Sinn“ und nach dem „Ziel“ nicht verbindlich beantworten. Erkenntnis ist zwar eine Voraussetzung, aber kein hinreichender Grund für richtiges Handeln, für die richtige Führung unseres Lebens.

Hat die Wissenschaft versagt? – Nein, wenn man auf ihre Leistungen und auf ihr Ethos blickt. Ja, in dem Maße, in dem sie es versäumt hat und weiterhin versäumt, sich über die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit Rechenschaft zu geben.

Eingegangen am 27. Dezember 1977 [A 232]

Perfluor-Verbindungen als Blutersatzmittel

Von Jean G. Riess und Maurice Le Blanc^[*]

Es klingt fast unglaublich: Tiere, deren Blut überwiegend oder sogar vollständig gegen Emulsionen von perfluorierten Verbindungen in Salzlösungen ausgetauscht wird, können überleben. So überstanden Ratten, die eine Perfluor-tributylamin-Suspension anstelle von Blut enthielten, einen 5 Stunden langen Aufenthalt in einer Atmosphäre aus 50 % Sauerstoff und 50 % Kohlenmonoxid, d. h. sie blieben unter Bedingungen am Leben, unter denen der Transport von Sauerstoff durch die Erythrocyten vollständig blockiert ist. In diesem Aufsatz werden 1. die Experimente behandelt, die gezeigt haben, daß Blutersatzmittel auf der Basis perfluorierter Verbindungen das Leben erhalten können, 2. Synthese und Eigenschaften der wichtigsten perfluorierten Verbindungen sowie deren Verarbeitung zu Emulsionen besprochen und 3. die „Physiologie“ dieser Verbindungen erörtert, d. h. Toxizität, Verweildauer im Blutkreislauf, Wirkung auf die Organe und Ausscheidung. – Ehe Perfluor-Verbindungen als sicheres Blutersatzmittel in die medizinische Praxis eingeführt werden können, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein: Es müssen viele Reihen gut definierter, reiner und inerte Perfluor-Verbindungen zur Verfügung stehen, aus den Verbindungen müssen sich stabile Emulsionen herstellen lassen, das Flüssigkeitsgleichgewicht muß optimiert sein, und es müssen vernünftige Ausscheidungsgeschwindigkeiten erzielt werden.

1. Einleitung

Die Bluttransfusion ist ein alltäglicher Vorgang zur Lebensrettung geworden. Da weniger Blut gespendet als benötigt

wird, besteht ein chronischer Mangel an Blut, Plasma, Albumin und anderen Blutbestandteilen, und der Bedarf steigt von Jahr zu Jahr an^[1]. Daher stellt sich die Frage, ob das Blut durch synthetische Stoffe ersetzt werden kann.

Brauchbares künstliches Blut besäße einige Eigenschaften, aufgrund deren es natürliches Blut verdrängen könnte. Es wäre universell verwendbar – Probleme durch Unverträglichkeitsreaktionen träten nicht auf, und deshalb müßte weder eine Blutgruppe bestimmt noch eine Kreuzprobe vorgenommen wer-

[*] Prof. Dr. J. G. Riess, Dr. M. Le Blanc
Laboratoire de Chimie Minérale Moléculaire
Equipe de Recherche Associée au CNRS
Parc Valrose, F-06034 Nice Cedex (Frankreich)