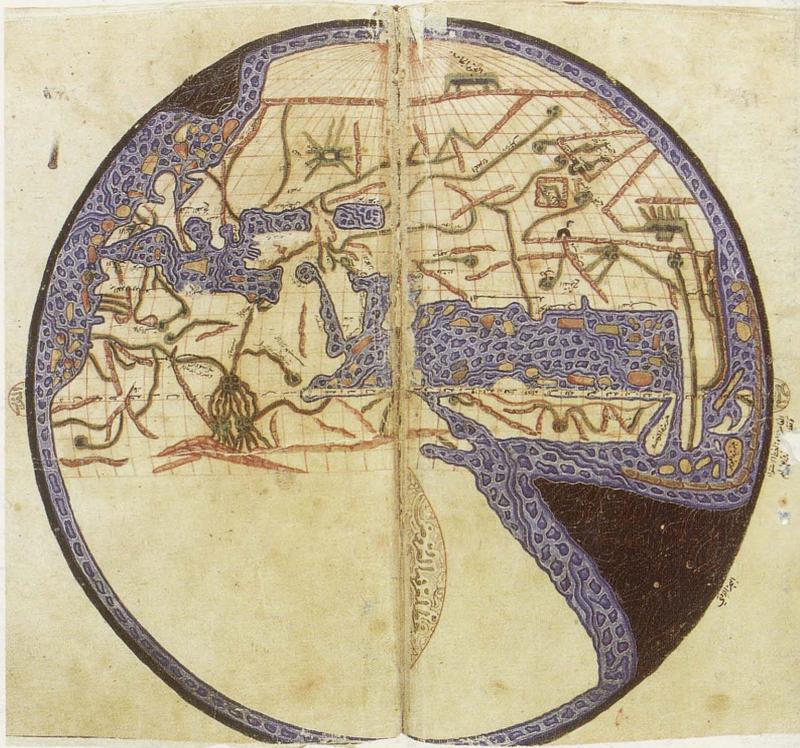




Forschung Frankfurt



Friedrich Nietzsche – Philosoph und Komponist ▶ Eine Reise zum Urknall: Im Laborexperiment zeigen sich Zustände des Weltalls aus ferner Vergangenheit ▶ Der Kalif al-Ma'mūn und sein Beitrag zur Weltkarte: Arabischer Ursprung europäischer Karten ▶ Mit Messer und Strahl den Krebs besiegen: Diagnostik und Therapie von bösartigen Lebertumoren ▶ Die unterschätzte Epidemie: Virushepatitis C ▶ Lebertransplantation – das lebenslange Problem der Organabstoßung ▶ Unternehmensgeschichte Krupp – Der Kanonenkönig Alfred Krupp ▶ Männlichkeit in der Kunst: Das „vollkommene Geschlecht“ im Wandel ▶ Klimafaktor Mensch – Neue Indizien für den Klimawandel

4

2000



Kostenreduzierte
oder kostenfreie
Publikationen helfen,
den verfügbaren
Rahmen zu entlasten
und damit Gelder für
andere Bereiche und
Aktivitäten freizu-
setzen.

Wir bieten Ihnen die
ganze hierzu notwen-
dige Palette – vom
Anzeigengeber über
die Satztechnik bis hin
zum fertigen Druck-
werk: *alles aus einer
Hand.*

Für viele Hochschulen
sind wir bereits eine
feste Größe auf dem
Verlagssektor.

Mit uns können Sie
rechnen.
Auch in Zukunft.

Anzeigenagentur

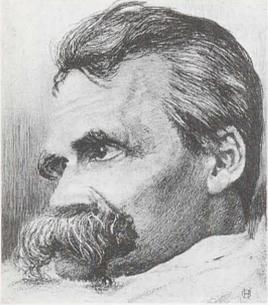
ALPHA

Informationsgesellschaft mbH
Finkenstraße 10
68623 Lampertheim
Telefon 062 06-939-0
Telefax 062 06-939 232

Partner der Hochschulen

Friedrich Nietzsche

4



„Die Flöte des Dionysos“ Friedrich Nietzsche – Philosoph und Komponist

Ist Friedrich Nietzsche ein verhindertes Komponist? Ein Musiker auf Abwegen, der seine musikalischen Neigungen in Sprachkunstwerke und Gedankengebäude umsetzt? Antwort auf diese Fragen von der Musikwissenschaftlerin *Ulrike Kienzle*. Sie stellt fest: Wie kaum ein anderer Philosoph hat sich Friedrich Nietzsche von der Musik inspirieren lassen. Er war ein begabter Komponist und beeindruckender Improvisator, der durch Fantasien am Klavier seine Zuhörer zu faszinieren wußte. Die entscheidende Begegnung seines Lebens – die intensive Freundschaft mit Richard Wagner – stand im Zeichen der Musik. Von Wagner ist er sein Leben lang nicht losgekommen; auch nach dem Bruch kreisen die Reflexionen des „freien

Geistes“ immer wieder um die Musik des großen „Zauberers“. Das Neuartige und Provozierende an Nietzsches Philosophie liegt nicht zuletzt in der Übertragung musikalischer Gestaltungsmittel in die sprachliche Form seiner Werke: Einzelne Gedanken leuchten auf wie musikalische Klänge, sie ziehen sich wie Leitmotive durch das Werk; sie werden kontrastiert, durchgeführt und verarbeitet wie die Themen einer Symphonie. Die Fähigkeit zum Musizieren blieb Nietzsche selbst im Zustand der geistigen Umnachtung noch für einige Jahre erhalten. Wenige Wochen vor seinem Tod ist es das Klavierspiel seines Freundes Peter Gast, das den in Apathie Versunkenen zum letzten Mal in Begeisterung versetzt.

Urknall

14



Eine Reise zum Urknall Im Laborexperiment zeigen sich Zustände des Weltalls aus ferner Vergangenheit

Des Menschen Lebenszeit ist begrenzt. Auch Sterne und Galaxien entstehen und vergehen; ihren „Tod“ bezeugen Sternschnuppen in klaren Nächten. Das Weltall ist in einer fortwährenden Expansion von Raum und Zeit begriffen, die einmal einen Anfang gehabt haben muss, wie der Physiker *Reinhard Stock* vom Institut für Kernphysik berichtet. Er führt uns philosophisch, mathematisch und physikalisch an die ersten Nanosekunden im Geburtsprozess unseres Weltalls heran.

Die Daten, die die Wissenschaftler heute über das ferne Weltall besitzen, sind gewissermaßen uralte. Sie gehören zu einem viel früheren Stadium, dessen Informationen nach Milliarden Jahren Flug durch Raum und Zeit erst jetzt bei uns ankommen. Demnach zeugt der Blick in die Tiefe des Weltalls von Zuständen einer längst vergangenen Zeit. Aber auch Laborexperimente geben Auskunft über die Materie im Anfangsstadium des Urknalls.

Kartografie-Geschichte

22

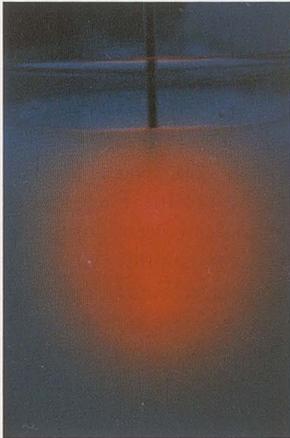


Der Kalif al-Ma'mūn und sein Beitrag zur Weltkarte Arabischer Ursprung europäischer Karten

Ohne die Leistung arabischer Geografen und Kartografen seit dem 9. Jahrhundert hätte das Weltbild der Europäer im vergangenen Jahrtausend wesentlich anders ausgesehen. *Fuat Sezgin*, Leiter des Frankfurter Instituts für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften an der Goethe-Universität, hat als erster Wissenschaftler aufgedeckt, dass die europäischen Karten arabischen Ursprungs sind. Eine Reihe von Problemen der europäischen Geografie, die seit etwa anderthalb Jahrhunderten diskutiert werden, lassen sich nicht aus der europäischen Tradition, sondern nur im Lichte der im benachbarten islamischen Kulturkreis intensiv ge-

pflegten mathematischen Geografie und Kartografie lösen. Zu den Überresten der arabisch-islamischen Kartografie gehören die von Sezgin entdeckte Weltkarte und einige Teilkarten, die im ersten Viertel des 9. Jahrhunderts im Auftrag des Abbasidenkalifen al-Ma'mūn von einer großen Gruppe von Gelehrten geschaffen worden sind. Zu den Verdiensten islamischer Wissenschaftler zählt u.a. die Entstehung der so genannten Portolankarten mit ihren Liniennetzen, der Ursprung der seit dem 13. Jahrhundert auf europäischen Karten auftauchenden Formen Afrikas und die genaue kartografische Darstellung der Dreiecksgestalt des Indischen Subkontinentes.

Leberkrebs



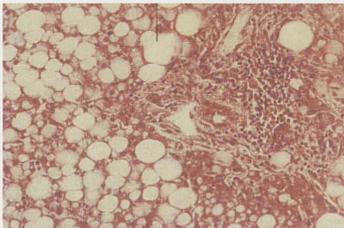
Mit Messer und Strahl den Krebs besiegen Diagnostik und Therapie von bösartigen Lebertumoren

32

Als Hauptrisikofaktoren für die Entstehung des Leberzellkrebses gelten chronische Leberentzündungen durch Infektionen mit den Hepatitisviren B und C, Verunreinigungen der Nahrung mit Chemikalien und Schimmelpilzen sowie chronischer Alkoholmissbrauch. Komplikationen wie innere Blutungen, Leberzirrhose, Leberkrebs und schließlich Leberversagen sind mögliche Folgen. In der sekundären Leberkrebsprävention ist es „überlebenswichtig“, primäre Lebertumoren, die in Leberzellen ihren Ausgang nehmen, sowie Lebermetastasen so früh wie möglich zu erkennen. Dazu die-

nen bildgebende Verfahren wie die Ultraschalldiagnostik, die Computertomographie (CT) und die Magnetresonanztomographie (MRT). Die Mediziner *Thomas Vogl* und *Martin Mack* berichten über verschiedene Verfahren zur Behandlung von Leberzelltumoren: Operation, Chemotherapie, aber auch so genannte minimal invasive, das heißt den Patienten maximal schonende Behandlungsverfahren wie die laserinduzierten Thermotherapie (LITT). LITT zum Beispiel führt bei Temperaturen von bis zu 80 Grad Celsius zu einer thermischen Zerstörung der Tumoren.

HEPATITIS C



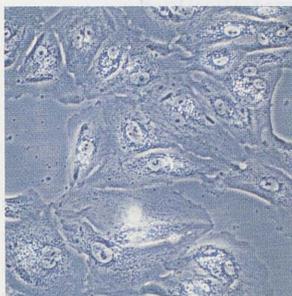
Die unterschätzte Epidemie: Virushepatitis C Heimtückische Lebererkrankung macht sich häufig erst nach Jahren bemerkbar

39

Weltweit sind Millionen Menschen mit Viren infiziert, die eine so genannte Hepatitis, eine Leberentzündung, verursachen. Zu den Viren mit einem hohen Entzündungsrisiko gehören das Hepatitis A-, B-, C-, D- und E-Virus. Während Hepatitis A- und E-Infektionen in der Regel innerhalb weniger Monate ausheilen, können Hepatitis B-, C- und D-Viruserkrankungen chronisch verlaufen. Symptome treten oft erst längere Zeit nach der Infektion auf. Wird eine chronische Hepatitis nicht behandelt, können Vernarbungen der Leber (Leberzirrhose) bis hin zu

Leberversagen sowie Leberkrebs die Folge sein. Impfstoffe gegen das Hepatitis A- und B-Virus stehen zur Verfügung. Ein wirksamer Impfstoff gegen das Hepatitis C-Virus ist jedoch in den nächsten Jahren nicht in Sicht. Die Behandlung von Hepatitis C-Infektionen stellt daher eine der bedeutendsten medizinischen Herausforderungen der Zukunft dar, wie der Frankfurter Arzt *Stefan Zeuzem* berichtet. Allein in Deutschland ist etwa 0,7 bis ein Prozent der Bevölkerung infiziert, das sind etwa 500.000 bis 800.000 Hepatitis C-Virussträger.

Lebertransplantation



Lebertransplantation – das lebenslange Problem der Organabstoßung Möglichkeiten der Toleranzentwicklung

46

Obwohl die erste Lebertransplantation bereits mehr als 35 Jahre zurückliegt, ist die Abstoßung des verpflanzten Organs auch heute noch das zentrale Problem. Denn das körpereigene Immunsystem wertet ein transplantiertes Organ ebenso als fremde Materie wie ein eindringendes Bakterium oder Viren. Immunsupprimierende Medikamente wie Ciclosporin, Tacrolimus und Mycophenolat Mofetil helfen, die Abstoßungsreaktion zu unterdrücken. Sie sind deshalb von grundlegender Bedeutung für die Transplantationsmedizin, wie die Mediziner *Bernd H. Markus*, *Albrecht Encke*, *Carl Allers* und *Kerstin*

Leckel sowie der Biologe *Roman Blaheta* und der Chemiker *Stephan Weber* von der Klinik für Allgemein- und Gefäßchirurgie ausführen. Sie berichten darüber hinaus über neue Ansätze, die Immuntoleranz zu erhöhen, indem mit dem Organ auch weiße Blutzellen des Spenders mit übertragen werden. Dies hat ein Gemisch von eigenen und fremden Blutzellen im Organempfänger zur Folge, die unter Umständen über Jahre gleichzeitig nebeneinander gebildet werden. Aber auch Konzepte, anstelle vollständiger Organe nur Leberzellen zu transplantieren, werden vorgestellt.

Unternehmensgeschichte Krupp



„Die Industrialisierung des Ruhrgebietes...“

„Meine Ungeduld ist ein Crocodill, das läßt sich nicht bezähmen...“ Der Kanonenkönig Alfred Krupp

56

Lothar Galls soeben erschienene Geschichte der Firma Krupp ist ein Stück deutsche Geschichte, sie wirft einen Blick auf das Ganze der wirtschaftlichen, politischen und gesellschaftlichen Entwicklung Deutschlands im 19. Jahrhundert. In ihr spiegelt sich die Industrialisierung mit ihren Problemen und vielfältigen Entwicklungen ebenso wie die politische Entwicklung des entstehenden deutschen Nationalstaates, als dessen Waffenschmiede Krupp gleichsam zu einem „Nationalinstitut“ wurde. Die prägende Gestalt der Eigentümer und deren Vorstellungen schildert der Frankfurter Historiker *Lothar Gall* genauso wie das Wachstum des Unternehmens als Organisation und als Personenverband. In seinem Beitrag kon-

zentriert sich Gall auf einige Aspekte seines neuen Werks – im Mittelpunkt steht die Bedeutung der Kanonenproduktion für den Aufschwung der Fabrik. Wichtig für den Aufschwung war auch Krupps gezielte Öffentlichkeitsarbeit – wie die Präsentation des größten aus Gusstahl gegossenen Blocks auf der ersten Weltausstellung 1851 in London, was Galls Mitarbeiterin *Barbara Wolbring* zeigt. Alfred Krupps Interesse galt allerdings weniger der Öffentlichkeit; Journalisten und Firmenbesucher beäugte er eher misstrauisch als mögliche Industriespione. Er nutzte die Öffentlichkeit als Medium, um seine eigentliche Kommunikationspartner, Vertreter der Eisenbahngesellschaften, Militärs, Minister und den König, selbst zu erreichen.

Männlichkeit in der Kunst



Das „vollkommene Geschlecht“ im Wandel

67

Mann gleich Mensch – dieser Vorstellung wird auch in Kunstwerken immer wieder bildliche Form verliehen. Mit ihrer kritischen Analyse von Männlichkeit verbinden *Marianne Koos* und *Mechthild Fend* vom Kunstgeschichtlichen Institut ein entscheidendes Anliegen: diese Gleichsetzung zu hinterfragen und Männlichkeit als sozial und historisch differenzierte Kategorie in den Blick zu nehmen. In ihren

Forschungsprojekten richten die Kunsthistorikerinnen ihr Augenmerk besonders auf Epochen des Übergangs, in denen Geschlechteridentitäten ins Schwanken geraten; dabei befassen sie sich mit Männlichkeitsbildern, die auf den ersten Blick überraschen. Untersucht werden in diesem Beitrag visuelle Männlichkeitsentwürfe der Renaissance und der Französischen Revolution.

Klimawandel



Klimafaktor Mensch Neue Indizien für den Klimawandel

78

Das Klima gehört zu den großen Weltproblemen unserer Zeit. Zum einen ist die Menschheit in hohem Maß von der Gunst des Klimas abhängig. Zum anderen nimmt sie selbst Einfluss auf das Klima – und dies besonders im Industriezeitalter. Dabei steht vor allem der anthropogene Treibhauseffekt im Blickpunkt. Aber außer Kohlendioxid und anderen Gasen, die bei der Verbrennung fossiler Energieträger, durch den Verkehr und Waldrodungen freigesetzt werden, sind auch natürliche Faktoren klimawirk-

sam, zum Beispiel Vulkan- und Sonnenaktivität. Doch war bisher unklar, wie sich der Klimafaktor Mensch in den Klimabeobachtungsdaten quantitativ widerspiegelt. Daher haben die Meteorologen *Christian-Dietrich Schönwiese*, *Jürgen Grieser* und *Tim Staeger* im Auftrag des Umweltbundesamtes das Zusammenspiel der verschiedenen Einflüsse auf das Klima empirisch-statistisch untersucht und dabei insbesondere dem Menschen als mögliche Ursache von Klimaänderungen nachgespürt.

Bildnachweis/Impressum

Rückkopplung

87

88

„Die Flöte des Dionysos“

Friedrich Nietzsche – Philosoph und Komponist

von Ulrike Kienle

Wie kaum ein anderer Philosoph hat sich Friedrich Nietzsche (1844-1900) von der Musik inspirieren lassen. Er war ein begabter Komponist und beeindruckender Improvisator, der durch Fantasien am Klavier seine Zuhörer in Bann zu schlagen wusste. Die entscheidende Begegnung seines Lebens – die intensive Freundschaft mit Richard Wagner (1813-1883) – stand im Zeichen der Musik. Von Wagner ist er sein Leben lang nicht losgekommen; auch nach dem Bruch kreisen die Reflexionen des „freien Geistes“ immer wieder um die Musik des großen „Zauberers“. Die Fähigkeit zum Musizieren blieb ihm selbst im Zustand der geistigen Umnachtung noch für einige Jahre erhalten. Wenige Wochen vor seinem Tod ist es das Klavierspiel seines Freundes Peter Gast, das den in Apathie Versunkenen zum letzten Mal in Begeisterung versetzt. Nietzsche – ein verhinderter Komponist? Ein Musiker auf Abwegen, der seine musikalischen Neigungen in Sprachkunstwerke und Gedankengebäude transformiert?

Klänge des Todes

Schon als Baby, so überliefern es Familienerinnerungen, soll Nietzsche dem Klavierspiel des Vaters aufmerksam gelauscht haben. Vom früh verstorbenen Va-

ter hat der kleine „Fritz“ seine musikalische Begabung geerbt, und es ist nicht auszuschließen, dass es diese allerfrühesten Kindheitserinnerungen sind, die ihn zum Klavierspiel und zum Komponieren anregen.

Glaukt man der kindlichen „Autobiographie“ von 1858, so hat schon der Fünfjährige das Begräbnis des geliebten Vaters vornehmlich als akustische Erschütterung erlebt: „Um ein Uhr mittag“, so erinnert er sich, „begann die Feierlichkeit unter vollem Glockengeläute. Oh, nie wird sich der dumpfe Klang derselben aus meinem

„Vielleicht hat es nie einen Philosophen gegeben, der in dem Grade am Grund so sehr Musiker war, wie ich es bin. Deshalb könnte ich natürlich immer noch ein gründlich verunglückter Musiker sein.“

Ohr verlieren, nie werde ich die düster rauschende Melodie des Liedes 'Jesu meine Zuversicht' vergessen! Durch die Hallen der Kirchen brauste Orgelton.“ Auch der Tod seines Bruders, kaum zwei Jahre später, verbindet sich mit einem akustischen Eindruck: „In der damaligen



Zeit träumte mir einst, ich hörte in der Kirche Orgelton wie beim Begräbnis. Da ich sah, was die Ursache wäre, erhob sich plötzlich ein Grab und mein Vater im Sterbekleid entstieg demselben. Er eilt in die Kirche und kommt in kurzem mit einem kleinen Kinde im Arm wieder. Der Grabhügel öffnet sich, er steigt hinein und die Decke sinkt wieder auf die Öffnung. Sogleich schweigt der rauschende Orgelschall und ich erwache. – Den Tag nach dieser Nacht wird plötzlich Josephchen unwohl, bekommt die Krämpfe und stirbt in wenig Stunden.“

Es spielt keine Rolle, ob diese Erinnerungen des Vierzehnjährigen authentisch sind oder nicht. Wichtiger ist, dass sich hier ein musikalisches Empfinden ausdrückt, das in der Tradition der Romantik steht: Musik als Sprache des Unaus-

Erster Aufzug

Einleitung. Richard Wagner.

Langsam und schmachkend. *B Nicht schleppend.* *Kl.*

Viol. pp *Helobl. p* *Viol. p*

Viol. cresc. *Helobl. Hr. p* *Viol. p* *B Zughaft.*

Viol. cresc. *sf pivo. f* *Viol. p* *B Gleichmäßig; sehr ruhig von hier an.*

Viol. poco rall. *riten.* *a tempo* *Viol. fort.*

dim. p *cresc.* *dim.* *p* *cresc.* *f* *cresc.* *f*

Richard Wagner (links) und Friedrich Nietzsche: „Von dem Augenblick an, wo es einen Klavierauszug des Tristan gab ..., war ich Wagnerianer... Das, worin wir verwandt sind, dass wir tiefer gelitten haben, auch an einander, als Menschen dieses Jahrhunderts zu leiden vermöchten, wird unsre Namen ewig wieder zusammenbringen; und so gewiss Wagner unter Deutschen bloß ein Missverständnis ist, so gewiss bin ich's und werde es immer sein.“

[Friedrich Nietzsche: „Ecce homo“]



sprechlichen, als Botschaft der Transzendenz und Medium des Numinosen. Musik kündigt von den „letzten Dingen“, vom Mysterium des Lebens und des Todes, von den Geheimnissen der Religion. Und so ist es das Erlebnis von Händels *Messias*, das den sensiblen Neunjährigen zum Komponieren anregt – „wenn anders man die Bemühungen des erregten Kindes, zusammenklingende und folgende Töne zu Papier zu bringen und biblische Texte mit einer phantastischen Begleitung des Pianoforte abzusingen, komponieren nennen kann“, wie es in einer anderen Aufzeichnung des inzwischen Zwanzigjährigen heißt.

Die frühen Kompositionen

Zuerst entstehen kleine Klavierwerke und geistliche Stücke: Sonaten und Märsche, eine Geburtstagssinfonie, etüdenähnliche Skizzen, Motetten im alten Stil, ein geistliches Lied, Teile einer Messe, ein Miserere, schließlich umfangreiche Entwürfe zu einem groß angelegten *Weihnachtsoratorium*, das Nietzsche später – etwas vermessen – sogar mit Wagners *Parsifal* vergleichen wird. In diesen Kompositionen spiegeln sich die ersten musi-

„Das Leben ohne Musik ist einfach ein Irrtum, eine Strapaze, ein Exil...“

kalischen Erfahrungen des Pfarrerssohns wider, die er im Klavierunterricht, bei den häuslichen Konzerten seines Jugendfreundes Gustav Krug und in der Kirche gewonnen hat. Hier zeichnet sich eine beachtliche musikalische Begabung ab, die jedoch nicht angemessen gefördert wird: Als Komponist bleibt Nietzsche zeit seines Lebens Autodidakt. Er bezieht seine musiktheoretischen Kenntnisse aus den dürftigen Anweisungen eines verschrobene Kantors, aus der Lektüre des trockenen und längst überholten Lehrwerks von Johann Georg Albrechtsberger und aus dem Studium der klassischen und romantischen Klaviermusik.

Was Nietzsche fehlt, sind Anleitungen zur Entwicklung eines individuellen Stils, zur Herausbildung eines starken formalen Bewusstseins, zum konsequenten Denken in musikalischen Zusammenhängen, zur strengen Logik der Tonsatzkonstruktion. Seine Kompositionen klingen insgesamt etwas gestelzt. Schöne Einfälle und originelle, auch witzige Momente enden in Zerfahrenheit. Lyrische Melodien verlieren sich ohne formale Rundung. Die

durchaus ansprechenden Liedvertonungen, die ab 1861 entstehen, zeigen eher den Einfluss der zweiten Berliner Liederschule des 18. Jahrhunderts als denjenigen Schuberts oder Schumanns: Die rechte Hand des Klavierparts verdoppelt oft die Singstimme, die linke bildet das harmonische Fundament; die Melodik ist einfach, fast volksliedhaft, aber von sensiblen Wendungen durchsetzt. Das erinnert an Johann Abraham Peter Schulz und an Carl Philipp Emanuel Bach.

Der junge Nietzsche ist Klassizist: Der Vierzehnjährige bekundet einen „unauslöschlichen Hass gegen alle moderne Musik und alles, was nicht klassisch“ ist; er begreift die „Hauptbestimmung“ der Musik darin, „dass sie unsre Gedanken

auf Höheres leitet, dass sie uns erhebt, sogar erschüttert“, und er rügt, dass die neuere Kirchenmusik sich von diesem Zweck entfernt habe. Sein Zorn gilt „dieser so genannten Zukunftsmusik eines

„Hat man bemerkt, dass die Musik den Geist frei macht? dem Gedanken Flügel giebt? dass man um so mehr Philosoph wird, je mehr man Musiker wird?“

Liszt, Berlioz“. Als junger Komponist ist Nietzsche kein „freier Geist“. Er klebt am Altherwürdigen – jedoch nur so lange, bis er mit den Kompositionen Franz Liszts in

Berührung kommt. Unter dem Einfluss von dessen *Dantesymphonie* entwirft der Gymnasiast 1861 die Symphonische Dichtung *Ermanarich*, ein finsternes Szenario um Heldentrotz, Eifersucht und Rachedurst, in dem die musikalische Fantasie des Siebzehnjährigen sich in wüsten Harmoniewechseln und erregten Tremoli austrast. Der selbstkritische Kommentar des jungen Komponisten stellt jedoch seine Gefühlsausbrüche durch ironische Wendungen sogleich in Frage: „Zu viel Reflexion und zu wenig Naturkraft“ bescheinigt er seinem Werk.

Bis zum Abschluss der Schulzeit in Pforta steht die Musik im Mittelpunkt von Nietzsches geistigen Interessen. „Es fehlte an einigen äußeren Zufälligkeiten“,

Buchtipps

Monografie zu Nietzsche

Lebensgeschichtliche Einzelheiten liefern keine ursächlichen Erklärungen für das, was Nietzsche schreibt, aber sie weisen auf den Zusammenhang von Leben und Denken, den er für sich in Anspruch nimmt. Unter dieses Motto stellt Ralph-Rainer Wuthenow, emeritierter Professor für Germanistik an der Goethe-Universität, seine Monografie zu Friedrich Nietzsche.

Der Autor stellt die Verbindung zwischen Nietzsches Lebenslauf und den Entwicklungen seines Denkens her, wobei es ihm gelingt, den Zusammenhang von Nietzsches persönlichen Leiden und der Dekadenz seines Zeitalters aufzuzeigen. Wuthenows „intellektuelle Biografie“ beschreibt Nietzsches Jugendzeit ebenso wie seine frühe Schaffensperiode und lässt auch die späteren moralkritischen Werke nicht unberücksichtigt. Ausgehend vom Erstlingswerk Nietzsches, *Die Geburt der Tragödie aus dem Geiste der Musik*, umreißt der Verfasser die leitende Thematik des Philosophen, die auch in seinen späteren Werken nicht verloren geht. Es ist das Wechselspiel zwischen rauschhaftem und traumartigem Wahrnehmen der Welt, das auch die späteren Schriften Nietzsches durchziehen wird.

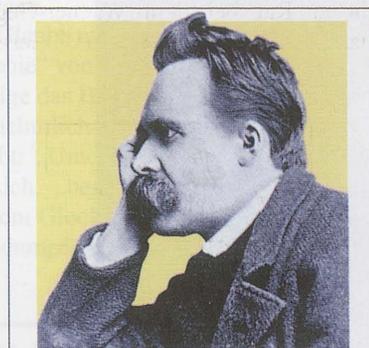
Wuthenow betont das revolutionäre Denken Nietzsches, das einen Neuanfang wagt, nachdem er die 2.500 Jahre alte wissenschaftliche Kultur als Irrtümer von Philosophen charakterisiert hat. So tritt Nietzsche im Kontext seines Gesamtwerkes als der schicksal-

hafte Verkünder von Missständen seiner Zeit in Erscheinung. Theologische Ideen, psychologische Fehlschlüsse, vor allem aber christliche Moral werden von ihm als Grundübel der ganzen Menschheit entlarvt. Diese für Nietzsche charakteristische Sichtweise der Moral als ein Vorurteil, also ihren Ursprung im jüdisch-christlichen Ressentiment gegen das Starke und Lebensbejahende sowie ihre Entwicklungshem-

samkeit zu schenken. Hierfür war neben dem philosophischen Werk Nietzsches gleichermaßen sein Nachlass und seine Briefwechsel zu berücksichtigen.

Nicht nur einen allgemein verständlichen Einblick in die Werkstatt eines *unzeitgemäßen* Philosophen präsentiert Wuthenow seinen Lesern, sondern auch lebensgeschichtliche Besonderheiten eines Gelehrten des neunzehnten Jahrhunderts, der die schicksalhaft-tragische Verknüpfung von Denken und Leiden auf sich nehmen wollte. Um dies leisten zu können, wurde bei der Auswahl des Materials insbesondere Wert auf die Übersichtlichkeit der Darstellung gelegt und detaillierte Schilderungen sowie eingehendere Analysen zu Gunsten des einführenden Charakters ausgespart. Auch der mit Nietzsche weniger oder gar nicht vertraute Leser kann eine Vorstellung von seinem immer noch aktuellen Oeuvre erhalten, ohne dass der explosive und richtungsweisende Charakter seiner Gedanken verloren geht. Alles in allem hat der Nietzsche-Kenner Wuthenow mit diesem Buch eine überzeugende Arbeit vorgelegt. Sie trägt ihrem eigenen Anspruch in allen Belangen Rechnung, eine einführende Darstellung in Leben und Werk Friedrich Nietzsches zu sein.

Christian Müller



Friedrich Nietzsche

Leben · Schriften · Zeugnisse
Mit zahlreichen Abbildungen
Von Ralph-Rainer Wuthenow
insel taschenbuch

mende Tendenz, vermag Wuthenows Monografie eindrucksvoll hervorzuheben. Sie kommt dadurch der an jede Nietzsche-Biografie zu stellende Anforderung nach, der Verschränkung von Denken und Leben höchste Aufmerk-

Ralph-Rainer Wuthenow: *Friedrich Nietzsche, Leben, Schriften Zeugnisse*; insel taschenbuch 2601, Insel Verlag Frankfurt 2000, 170 S. mit zahlreichen Abbildungen, DM 16,80

Die ersten Schriften
von Nietzsche bis zu den
„Vorsätzen“ – 1844
mit Wagner. Die Briefe
aus Bonn und Leipzig
wurden 1870
in Weimar
veröffentlicht.

Musikhandschrift Nietzsches: „Ade ich muß nun gehen“, Chorlied für vier Männerstimmen. Nach Ausbruch des deutschfranzösischen Krieges meldete sich Nietzsche im Sommer 1870 als Freiwilliger. Angeblich soll er diese humoristische Komposition (nach einem Text aus dem Satire-Blatt „Kladderatsch“) während der Eisenbahnfahrt zum Kriegsdienst geschrieben haben; die Mitreisenden sollen das Lied augenblicklich vom Blatt gesungen haben. Diese Anekdote stammt von Nietzsches Schwester Elisabeth, der allerdings hier – wie so oft – nur mit Vorsicht zu trauen ist.

schreibt der angehende Philologieprofessor 1869 in seinem Lebenslauf für die Baseler Universität, „sonst hätte ich es damals gewagt, Musiker zu werden. [...] Erst in der letzten Zeit meines Pfortner Lebens gab ich, in richtiger Selbsterkenntnis, alle künstlerischen Lebenspläne auf; in die so entstandene Lücke trat von jetzt ab die Philologie“.

Der Verzicht auf die Musikerlaufbahn bedeutet freilich nicht, dass sich Nietzsche mit Haut und Haaren der Philologie verschrieben hätte. Die entscheidenden Erlebnisse seiner Studentzeit in Bonn und Leipzig bieten jedenfalls nicht Klassisches Altertum und Sprachwissenschaft, sondern vielmehr Musik und Philosophie – allen voran Schopenhauers heroisch-pessimistisches Hauptwerk *Die Welt als Wille und Vorstellung* mit seiner Feier der Musik als tönender Metaphysik und sodann die entscheidende Begegnung mit Richard Wagner, der sich seinerseits zu Schopenhauers Philosophie bekennt.

Wagner und Nietzsche, die „Unzeitgemäßen“

Der Schatten Richard Wagners ragt bereits – nicht gerade förderlich – in das Leben des Gymnasiasten hinein: Der „Wissenschaftliche Verein“, den Nietzsche mit zwei Freunden unter dem Titel „Germania“ gegründet hat, gerät 1861

durch den Ankauf eines Klavierauszugs von Wagners *Tristan und Isolde* in finanzielle Schwierigkeiten und löst sich wenig später auf. Nietzsches erster Eindruck von Wagners Musik ist ambivalent. Auf der Suche nach musikästhetischer Fundierung sucht er Rat bei dem Wagner-Gegner Eduard Hanslick, für den das Gesamt-



kunstwerk eine Verirrung vom Geist der einzig wahren Instrumentalmusik ist. Auch Nietzsches eigene Kompositionen bleiben von Wagners Einfluss unberührt. Es ist zunächst nicht die Musik, was ihn an Wagner anzieht, sondern die geistige Atmosphäre: „Mir behagt an Wagner, was mir an Schopenhauer behagt, die ethische Luft, der faustische Duft, Kreuz, Tod und Gruft“, heißt es in einem Brief vom Oktober 1868.

Erst nachdem er in einem Konzert die Vorspiele zu *Tristan und Isolde* und zu den

Meistersingern gehört hat, vollzieht sich der Wandel: „Ich bringe es nicht übers Herz, mich dieser Musik gegenüber kritisch kühl zu verhalten“, schreibt er an einen Freund. „Jede Faser, jeder Nerv zuckt an mir, und ich habe lange nicht ein solches andauerndes Gefühl der Entrücktheit gehabt.“ Wenig später findet die erste persönliche Begegnung im Hause von Wagners Schwester Ottilie Brockhaus statt. Nietzsche ist sofort fasziniert. Ihn fesselt das „Unzeitgemäße“ an Wagner: seine Utopie einer neuen Kunst als Grundlage einer neuen Gesellschaft, sein Mut, dem herrschenden Materialismus und der bürgerlichen Bequemlichkeit ein geistiges und künstlerisches Prinzip entgegenzustellen, die Vertrautheit mit Literatur und Philosophie, die Kompromisslosigkeit seines Charakters, seine Wärme und Aufgeschlossenheit gegenüber dem Jüngeren. „Liebster Freund“, schreibt Nietzsche 1869 über seine Besuche bei Wagner an Erwin Rohde, „was ich dort lerne und schaue, höre und verstehe, ist unbeschreiblich. Schopenhauer und Goethe, Aeschylus und Pindar leben noch, glaub es mir“.

Diese intensiven Gespräche haben Nietzsches Selbstwerdung entscheidend gefördert – auch wenn seine eigene Entwicklung ihn schließlich von Wagner entfernen wird. In der fruchtbaren Anverwandlung von Wagners Weltanschauung vollzieht sich die Geburt des Philosophen



Der junge Nietzsche. „Ich glaube nicht, daß Beethoven ergreifender phantasieren konnte, als Nietzsche, zum Beispiel wenn ein Gewitter am Himmel stand“, schreibt der Schulfreund Carl von Gersdorff über den Gymnasiasten. „Es fehlte an einigen äußeren Zufälligkeiten; sonst hätte ich es damals gewagt, Musiker zu werden“, erinnert sich der angehende Philologieprofessor 1869.

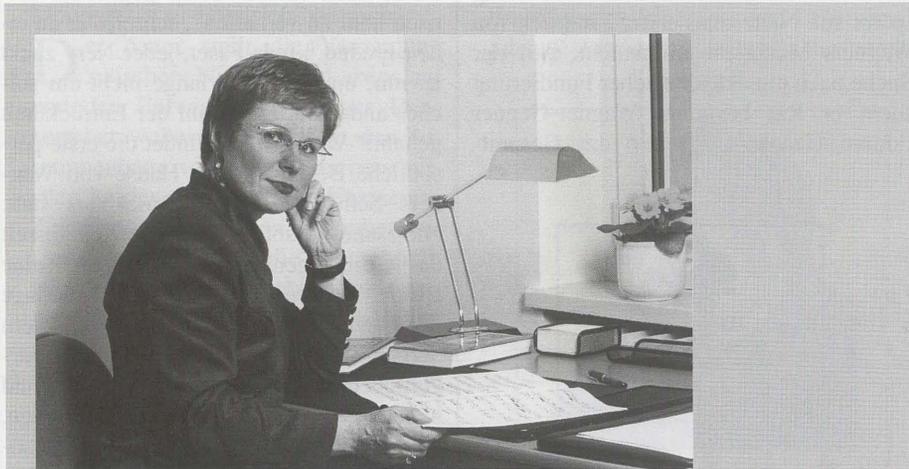
Friedrich Nietzsche. Die ersten Schriften – von der *Geburt der Tragödie* bis zu den *Unzeitgemäßen Betrachtungen* – verstehen sich als Dialog mit Wagner. Die kleine Schrift *Über Wahrheit und Lüge im aussermoralischen Sinn* antwortet auf die Sprachkritik in Wagners Abhandlung *Oper und Drama. Vom Nutzen und Nachteil der Historie für das Leben* führt Wagners Gedanken zur Bildungskritik, seine Überzeugung von der lebenerhaltenden und lebenfördernden Kraft der Illusion und von den gefährlichen Klippen der heroisch-pessimistischen Weltsicht weiter, wie der Musikdramatiker sie in den *Meistersingern von Nürnberg* künstlerisch gestaltet hat. Dass die Kunst ein Heilmittel des Lebens und ein metaphysischer Trost angesichts der Schrecklichkeit des Daseins sei, wie die *Geburt der Tragödie* ausführt, ist ebenfalls Gegenstand der *Meistersinger*.

Ende einer „Sternenfreundschaft“

Nietzsche hat die Jahre, in denen er mit Wagner freundschaftlich verbunden war, als „die schönste, auch gefährlichste Meeresstille meiner Fahrt“ betrachtet. Er trauert dem vergangenen Glück bis zuletzt nach, ohne den Verlust je überwinden zu können. Aber die Abwendung von Wagner erwächt einer inneren Konsequenz. Beide – Wagner wie Nietzsche – haben mit dem Problem gerungen, das Schopenhauers pessimistische Weltsicht für eine Rettung des „Lebens“ vor der „tragischen Erkenntnis“ aufwirft. In seinem letzten Musikdrama *Parsifal* thematisiert Wagner das Mysterium des Mitleidens und die Utopie einer Versöhnung von Mensch und Natur im Zeichen einer Kunstreligion. Nietzsche dagegen beschreitet den umgekehrten Weg einer radikalen Lösung von religiöser und philosophischer Dogmatik. Während Wagner zum Verdruss des Philosophen „vor dem Kreuze zusammenbricht“, verkündet Nietzsche selbstbewusst: „Gott ist tot.“

Dazu kommt die große Enttäuschung, die für Nietzsche mit dem Erlebnis der ersten Bayreuther Festspiele 1876 verbunden ist – nicht nur über die unbefriedigende szenische Realisierung, über die Wagner selbst so unglücklich ist, dass er nach dem „unsichtbaren Orchester“ des Bayreuther Festspielhauses auch noch das „unsichtbare Theater“ erfinden will. Schwerer wiegt das Scheitern der kulturpolitischen Utopie. Mit den Bayreuther Festspielen hat Wagner den Gedanken einer Bildungsreform verknüpft, für den auch Nietzsche sich stark machen wollte.

Wagners Festspielidee hat ihre Wurzeln in den demokratischen Idealen der Revolution von 1848/49. In einer Zeit, da

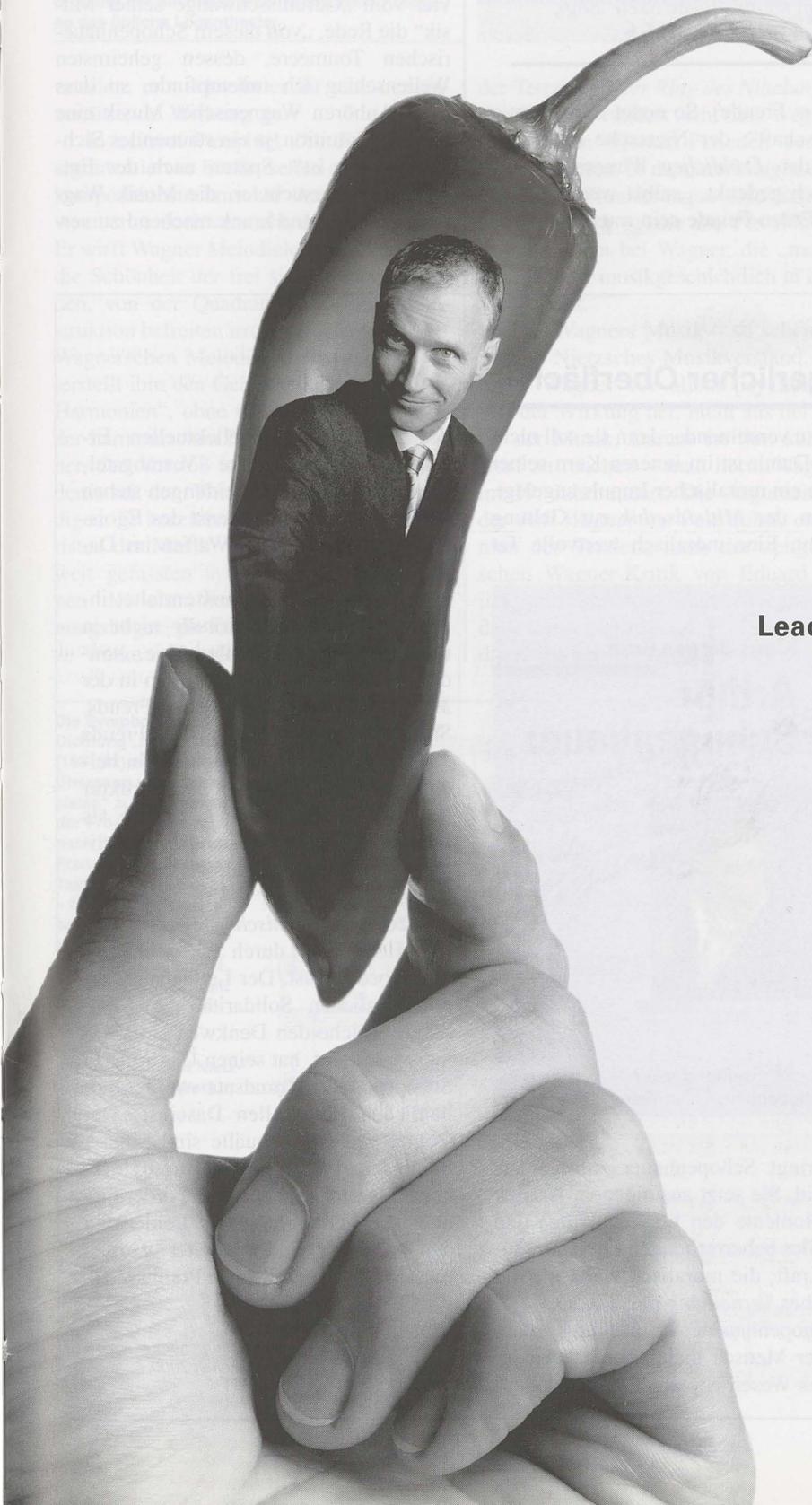


Dr. Ulrike Kienzle (40) studierte Germanistik, Musikwissenschaft und Philosophie an der Goethe-Universität und wurde dort 1997 mit einer Arbeit „Das Trauma hinter dem Traum. Franz Schrekers Oper 'Der ferne Klang' und die Wiener Moderne“ promoviert. Seit 1992 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin, seit 1997 wissenschaftliche Assistentin am Musikwissenschaftlichen Institut der Universität. Ihr spezifisches Forschungsinteresse gilt interdisziplinären Fragestellungen: musikalischen Phänomenen im Kontext von Literatur, Philosophie, Theater und Kunstgeschichte. Den Großteil ihrer bislang vorgelegten Veröffentlichungen widmete sie dem Musiktheater des 18. bis 20. Jahrhunderts.

Sie hat ein Buch „Das Weltüberwindungswerk. Wagners 'Parsifal' – ein szenisch-musikalisches Gleichnis der Philosophie Arthur Schopenhauers“ vorgelegt und zahlreiche Vorträge und Aufsätze zu verschiedenen Themen (u.a. für das Bayreuther Festspielbuch) geschrieben. Ihre intensive Beschäftigung mit dem Werk Goethes, insbesondere mit seinen naturwissenschaftlichen, kunstphilosophischen und musikästhetischen Aspekten, reicht bis in die Studienzeit zurück. Zur Zeit befaßt sie sich mit einer Habilitationsschrift über Fragen der Musikästhetik des 18. Jahrhunderts.

[Nähere Informationen im Internet unter: <http://www.rz.uni-frankfurt.de/~ukienzle>]

Frische Ideen.



Leading to results.®

Durch frische Ideen sind wir bei der Gestaltung von innovativen Konzepten oft einen entscheidenden Schritt voraus. Mit zukunftsorientierten Lösungen, die unseren Kunden Wettbewerbsvorteile verschaffen.

Frische Ideen, die zu außergewöhnlichen Lösungen führen – einer der Gründe für unser Versprechen:

Deutsche Bank. Leading to results.®

www.deutsche-bank.de

Deutsche Bank



Kunst immer mehr zur Ware wird, geht es Wagner darum, sie aus der Abhängigkeit von den Launen des zahlenden Publikums zu befreien. Mit seiner Kunst will Wagner die Menschen aus den Zwängen des Alltags lösen, sie zur Erkenntnis ihrer Situation leiten und zum verändernden Handeln befähigen. Von der Wirkung des politisch und philosophisch inspirierten Gesamtkunstwerks in Bayreuth erhoffen sich Wagner und Nietzsche den Anstoß zu einer tiefgreifenden Erneuerung der Gesellschaft. In diesem Sinne hat Nietzsche Bayreuth einmal als „Werkstatt des deutschen Geistes“ bezeichnet.

Von dieser Utopie kann nunmehr unter den gewandelten politischen Umständen im Wilhelminischen Kaiserreich nicht die Rede sein: Das Publikum erlebt die ersten Festspiele größtenteils als lediglich gesellschaftliches Ereignis, Kaiser und Adel

feiern sich selbst, und die wenigen „Idealisten“ schließen sich wenig später zum „Bayreuther Kreis“ zusammen, der das Werk des „Meisters“ wie den heiligen Gral zu hüten unternimmt (keineswegs zu

„So lese ich die Denker und ihre Melodien singe ich nach: ich weiß, hinter allen den kalten Worten bewegt sich eine begehrende Seele; ich höre sie singen, denn meine eigene Seele singt, wenn sie bewegt ist.“

Wagners Freude). So endet die „Sternenfreundschaft“, der Nietzsche im Vierten Buch der *Fröhlichen Wissenschaft* eindringlich gedenkt, „selbst wenn wir einander Erden-Feinde sein mussten“.

„Der Fall Wagner“

Stellt man die Frage, was Wagners Musik – unabhängig von den zutage tretenden weltanschaulichen Differenzen – für Nietzsche bedeutet, wie er sie erlebt, was er an ihr geschätzt und warum er sie schließlich verschmäht hat, so geben die Zeugnisse ein merkwürdig undifferenziertes, verschwommenes Bild. Da ist – neben dem oben zitierten Bekenntnis „jede Faser, jeder Nerv zuckt an mir“ – auch sonst viel vom „Gefühlsschwange seiner Musik“ die Rede, „von diesem Schopenhauerischen Tonmeere, dessen geheimsten Wellenschlag ich mitempfinde, so dass mein Anhören Wagnerischer Musik eine jubelnde Intuition, ja ein staunendes Sichselbstfinden ist“. Später, nach der Entfremdung, versucht er, die Musik Wagners als krank und krank machend zu ver-

Buchtipps

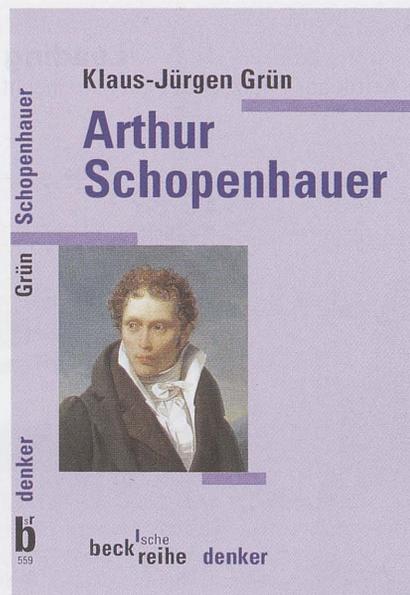
Schopenhauer – Kritiker bürgerlicher Oberflächlichkeit

Der bürgerliche Privatgelehrte Arthur Schopenhauer erweist sich beim genaueren Hinsehen als einer der schärfsten Kritiker bürgerlicher Oberflächlichkeit. Durch seine unakademische Denkweise und sein bildreiches schriftstellerisches Können gewinnt der *unzeitgemäße* Philosoph heute wieder höchste Aktualität. Dies umso mehr, als er Nietzsches wichtigster philosophischer Lehrer gewesen ist.

Das Buch beinhaltet eine flüssige Zusammenfassung von Leben und Werk Arthur Schopenhauers. Der Lebensweg des herausragenden Philosophen des neunzehnten Jahrhunderts zeigt, dass er zwar kein Revolutionär gewesen ist, die bestehenden Verhältnisse aber hat er niemals verherrlicht. Die daran anschließende übersichtliche Darstellung der Philosophie Schopenhauers versucht den Geist des Widerstands in seinem Werk offen zu legen.

Über seine eigenwillige Interpretation der Erkenntniskritik Kants gelangt Schopenhauer zur Idee, dass das Innere Wesen der Welt *Wille* sei – das Prinzip des Hungers, der Gier, des Egoismus. Damit ist die Einsicht in die Sinnlosigkeit des Weltgetriebes verbunden, die Schopenhauer allerdings nicht zur Resignation führt. Vielmehr bewirkt die metaphysische Erkenntnis des *Willens* seine sofortige Verneinung: Die Welt wie sie ist, kann nicht beanspruchen, gut zu sein. Vielmehr ist sie

eine zu verneinende; denn sie soll nicht sein. Damit ist im inneren Kern seiner Lehre ein moralischer Impuls angelegt, der in der *Mitleidsethik* zur Geltung kommt. Eine moralisch wertvolle Tat



entspringt Schopenhauer zufolge aus Mitleid. Sie setzt aus eigenem Antrieb für Momente den blinden *Willen* und den alles beherrschenden Egoismus außer Kraft; die moralisch wertvolle Tat ist daher *Verneinung des Willens*.

Schopenhauers Entdeckung, dass der Mensch nicht primär ein denkendes Wesen ist, sondern ein wollen-

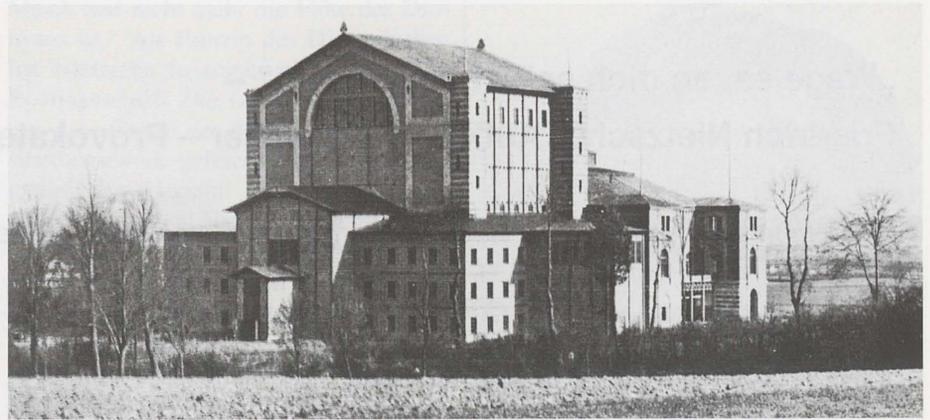
des, nimmt den intellektuellen Erkenntnisleistungen ihre Vorrangstellung. Rationale Entscheidungen stehen demnach ebenso im Dienst des Egoismus wie alle anderen Waffen im Daseinskampf.

Die *Willensmetaphysik* entfaltet ihre eigentliche Wirkung nicht in der akademischen Philosophie, sondern in der Kunst und vor allem in der *Metapsychologie* Sigmund Freuds. Schopenhauers Wille und Freuds Theorie des *Unbewussten* handeln beide von der unsichtbaren Triebstruktur des menschlichen Leibes, welche als *Objektivierung des Willens* die eigentliche Macht des Weltlaufs sei.

In entscheidender Weise wird die Idee einer *Kritischen Theorie* von Max Horkheimer durch Schopenhauers Lehre beeinflusst. Der Leitgedanke einer möglichen Solidarität der Menschen, welche den Denkweg Horkheimers bestimmt, hat seinen Ursprung in Schopenhauers Grundsatz von der einheitlichen Natur allen Daseins: „Der Quäler und der Gequälte sind Eines.“ Somit leiten Schopenhauer und Horkheimer gleichermaßen die Forderung, dass der Vermehrung des Leidens in der Welt ein Ende bereitet werden müsse, aus einer irdischen Prämisse ab.

Klaus-Jürgen Grün, *Arthur Schopenhauer*, Beck'sche Reihe Denker, München 2000, 136 S., 22,90 DM

Bayreuther Festspielhaus, Fotografie aus dem 19. Jahrhundert. „Damit ein Ereignis Größe habe, muss zweierlei zusammenkommen: der große Sinn Derer, die es vollbringen und der große Sinn Derer, die es erleben.“ [Nietzsche: „Richard Wagner in Bayreuth“] Wagners Festspielidee hat ihre Wurzeln in den demokratischen Idealen der Revolution von 1848/49: Nach dem Vorbild des Theaters der griechischen Antike sollte der Zuschauer durch das Erlebnis des Kunstwerks zur Erkenntnis seiner selbst gelangen und so zu eigenständigem politischem und gesellschaftlichem Handeln befähigt werden. Die Architektur des schmucklosen Hauses ist ganz auf die Bedürfnisse des Kunstwerks ausgerichtet und verzichtet auf repräsentative Elemente. Die amphitheatralische Anordnung der Sitzreihen ist eine bewusste Absage an das übliche Logentheater.



urteilen; nun schreibt er ihr eine nervenzerrüttende Wirkung zu.

In seinem Pamphlet *Der Fall Wagner* argumentiert er höchst selten auf der Basis kompositionstechnischer Analysen – und wenn er es doch versucht, dann irrt er sich. Er wirft Wagner Melodielosigkeit vor, ohne die Schönheit der frei sich ausschwingenden, von der Quadratur der Tonsatzkonstruktion befreiten irregulären Perioden der Wagnerschen Melodik zu erfassen. Er unterstellt ihm den Gebrauch der „widrigsten Harmonien“, ohne die innere Konsequenz der harmonischen Fortschreitung bei Wagner, den Vorstoß in die musikalische Moderne seit dem *Tristan* angemessen zu würdigen. Er bezeichnet Wagner als „Miniaturisten der Musik“ und übersieht dabei die weit gefassten symmetrischen Proportionen der einzelnen musikalischen Spannungsbögen, die sich über ganze Akte, ganze Werke und sogar über die vier Abende

der Tetralogie *Der Ring des Nibelungen* erstrecken. Er wundert sich, dass Wagner die geradlinigen Viertakt-Perioden vermeidet und konstatiert in der Streckung auf unregelmäßige Phrasierungen eine Schwäche, während doch gerade die Flexibilität des Rhythmischen bei Wagner, die „musikalische Prosa“, musikgeschichtlich in die Zukunft weist.

Vor Wagners Musik – so scheint es – versagt Nietzsches Musikverständnis. Er begreift Wagner vor allem psychologisch, von der Wirkung her, nicht aus der Struktur der Musik. Daraus ist ihm kein Vorwurf zu machen – man hörte Wagner so im 19. Jahrhundert. Die Argumente, die der *Fall Wagner* ins Feld führt, entstammen der Tendenz nach der zeitgenössischen Wagner-Kritik von Eduard Hanslick und anderen Wagner-Gegnern aus dem konservativen Lager. Deshalb wirkt die Kritik aus Nietzsches Feder so unecht,

so gewollt, so gesucht. Als ob er es nicht besser wüsste! „Alle Fremdheiten Lionardo da Vinci's entzaubern sich beim ersten Tone des Tristan“, heißt es in *Ecce homo*, und über das Erlebnis des *Parsifal*-Vorspiels 1887 schreibt er: „Hat Wagner je etwas besser gemacht? [...] Dergleichen gibt es bei Dante, sonst nicht. Ob je ein Maler einen so schwermütigen Blick der Liebe gemalt hat, als Wagner mit den letzten Akzenten seines Vorspiels?“ Gegenüber solchen tiefempfundenen Bekenntnissen verblissen diese Angriffe.

Philosophische Symphonien

In dem Maße, wie Nietzsche als Philosoph zu sich selbst kommt, beginnt der Quell eigener musikalischer Inspiration allmählich zu versiegen. Zwar sind die letzten musikalischen Projekte äußerlich recht umfangreich – es entstehen unter anderem eine *Manfred-Meditation*, ein *Hymnus an die Freundschaft* und ein *Hymnus an das Leben* – aber tatsächlich sind alle diese Stücke aus einer gemeinsamen Wurzel entstanden; sie bieten Paraphrasen, Transkriptionen und Neufassungen einer früheren Komposition, der *Sylvesternacht*. Nietzsche überträgt seine musikalischen Ambitionen in die sprachliche Gestaltung des philosophischen Werkes. *Zarathustra* nennt Nietzsche eine „Symphonie“. Aber auch in den übrigen Werken werden musikalische Prinzipien sichtbar, vor allem in der Kunst der philosophischen Aphoristik: Einzelne Gedanken leuchten auf wie musikalische Klänge, sie ziehen sich wie Leitmotive durch das Werk. Begriffe, Namen und Gedanken werden nicht, wie bis dahin in der Philosophie üblich, logisch und argumentativ entwickelt, sondern einander gegenübergestellt, durchgeführt und verarbeitet wie die Themen einer Symphonie.

Daher das Sprunghafte und Widersetzliche von Nietzsches Philosophie: Sie ist nicht beim Wort zu nehmen, sondern das einzelne Wort ist in Beziehung zu setzen zu anderen Passagen. Es ist auf Ver-

Die Symphonische Dichtung „Ermanarich“ (1861/62) markiert den Übergang vom „Klassizisten“ zum Anhänger der Programmmusik nach dem Vorbild von Franz Liszt: „Die ersten Takte – heroisch düster – führen uns den greisen Ermanarich vor, eine ernste, wilde Heldenpersönlichkeit, der Milde und Zartheit fern, die auf ihre verbrauchten Lebenswogen kalt herabschaut“, schreibt Nietzsche über sein Werk.

„Wage es, an dich selbst zu glauben“ –

Friedrich Nietzsche: Aufklärer – Musiker – Provokateur

Symposium anlässlich des 100. Todesjahres Nietzsches im Dezember

Das ganze Werk Nietzsches sei eine einzige Absage an die offizielle Tradition der Philosophie im Namen dessen, was er selber Leben nannte. Mit dieser Auskunft charakterisierte Adorno vor genau 50 Jahren in einem Rundfunkgespräch, an dem sich auch Gadamer und Horkheimer beteiligt hatten, die unakademische Haltung Nietzsches. Inzwischen gibt es neue offizielle Traditionen der Philosophie, zeitgemäßere Konzepte, die ihren inneren Fortschritt dokumentieren sollen, und das Ableben des *unzeitgemäßen* Denkers ist abermals 50 Jahre weiter von uns gerückt.

Mehr denn je ist es die Sprache Nietzsches, in der sich das Unangepasste seiner Denkhaltung zu erkennen gibt. Während sich die akademische Philosophie im letzten Jahrhundert weitgehend einem angelsächsischen Stil der *statements* und *propositions* angepasst hat, verweigerte sich Nietzsches Philosophie einem Denken, das auf das Bezeichnen der Dinge abzielt, und sie lässt dies auch hundert Jahre nach seinem Tod nicht zu. Selten ist bei ihm etwas buchstäblich gemeint. Wo immer Gelehrtentum seine Legitimation wesentlich aus Buchstaben-treue gewinnt und daran zu erstarren droht, da entfaltet Nietzsches dionysisches Gift seine heilsame Kraft. Sein Denken und seine Sprache schaffen Distanz zur herrschenden Form des Wissens gleichermaßen wie zum nahe liegenden empirisch Gegebenen. Beides, beherrschende Denkform und unreflektierte Empirie, weckt den Geist des Widerstands.

Er sei „mehr Dynamit als Mensch“, meinte Nietzsche, „ein Dynamit des Geistes, vielleicht ein neuentdecktes russisches Nihilin“, wie es in *Jenseits von Gut und Böse* lautet. Sein Feuer entzündete er an der überzogenen Darstellung moralischer und staats-theoretischer Fragestellung in der Philosophie, in welcher er die geradlinige Fortsetzung scholastischer Metaphysik vermutete. Neue Heilige wollte er in der Philosophie nicht erstehen lassen. Währenddessen sich akademische Phi-

losophie seiner Epoche einen Rückweg zu Kant bahnte, arbeitete er an der Befähigung eines Philosophen, den Augenblick auszuhalten. Nietzsche ist der Philosoph des Augenblicks. Beschränkung der Philosophie auf Moralphilosophie und die von Kant entworfene methodische Kritik lehnte er ab: „Kritiker sind Werkzeuge des Philosophen und eben darum, als Werkzeuge, noch lange nicht selbst Philosophen! Auch der große Chinese von Königsberg war nur ein großer Kritiker.“

Schon gar nicht ist für Nietzsche der Philosoph ein Spezialwissenschaftler oder Forscher. Er soll wenigstens einmal „Kritiker, Skeptiker, Dogmatiker, Historiker, Künstler, Reisender“ gewesen sein, vor allem aber müsse er ein „freier Geist“ sein. Dem freien Geist aber stehen die Anforderungen des Alltags entgegen, und dieser erzwingt Anpassung. Nietzsche hatte erkannt, dass nicht allein der Waren- und Geldmarkt Anpassung fordern, sondern auch der akademische Apparat einer Universität, insbesondere an den philosophischen Fakultäten. Nietzsches Heilmittel für den *verwalteten* Menschen war die Kunst. Damit nicht der Philosoph endgültig zum Agenten eines den freien Geist unterdrückenden Systems werde, weil er den Glauben an letzte Wahrheiten nicht aufgeben möchte, riet er, „die Wissenschaft unter der Optik des Künstlers zu sehen, die Kunst aber unter der des Lebens“.

Anlässlich des 100. Todestages Nietzsches findet am 1. und 2. Dezember 2000 ein Symposium in der Aula der Universität statt. Die Veranstaltung wird gemeinsam vorbereitet und durchgeführt von Dr. Ulrike Kienzle (Musikwissenschaftliches Institut), Prof. em. Dr. Alfred Schmidt (Institut für Philosophie) und Privatdozent Dr. Klaus-Jürgen Grün (Institut für Philosophie). Die Vorträge vergegenwärtigen Nietzsches Denkhaltung, indem sie sich ihr ausgehend von Philosophie wie auch von der Kunst annähern. Dabei sollen weniger letztgültige Aussagen getroffen, sondern vielmehr die verschiedenen Lesarten und Pro-

blematisierungen Nietzsches sichtbar gemacht werden. Das Symposium bietet vor allem jüngeren Autorinnen und Autoren Raum, ihren eigenen Zugang zu Nietzsche vorzustellen. Die Vorträge richten sich an die interessierte Öffentlichkeit gleichermaßen wie an die Kenner der Kunst und Philosophie. Das Symposium wird gefördert u.a. von: Dr. Hans-Joachim Dölemeyer, Erich Erbgraf von Waldburg-Zeil, Eisenbach AG, Ronneburger Kreis e.V.

Die Vortragenden und Themen des Symposiums im Einzelnen: Freitag (1. Dezember): Eröffnung und Ansprachen (13 Uhr); Dr. Ulrike Kienzle und Privatdozent Dr. Klaus-Jürgen Grün: Einführende Anmerkungen (13.30 Uhr); Prof. Dr. Alfred Schmidt (Frankfurt): Was es mit Nietzsches „Positivismus“ auf sich hat (14 Uhr); Dr. Ludger Heidbrink (Hamburg): Nietzsches Diagnose der Moderne (16 Uhr); Dr. Renate Müller-Buck (Tübingen): Nihilismus und Melancholie bei Nietzsche (17 Uhr); Musikalischer Abendvortrag (20 Uhr): Nietzsche als Komponist: Klavierstück – Lieder – Reflexionen. Johann Werner Prein (Baß), Angelika Nebel (Klavier), Ulrike Kienzle (Moderation). Samstag (2. Dezember): Prof. Dr. Ralph-Rainer Wuthenow (Frankfurt): Nietzsche und die europäische Moralistik (9.30 Uhr); PD Dr. Klaus-Jürgen Grün (Frankfurt): „... wir Alle sind durch die Historie verdorben“ (10.30 Uhr); Christian Müller (Frankfurt): Nietzsches Geist der Negation und die Dialektik der Aufklärung (11.30 Uhr); Dr. Ulrike Kienzle (Frankfurt): Nietzsche – Wagner – Schopenhauer (14 Uhr); Prof. Dr. Adolf Nowak (Frankfurt): Die Musik des Zarathustra (15 Uhr); Anja Hespelt M.A. (Darmstadt): Die Utopie des Übermenschen in der deutschen Plastik der Jahrhundertwende (16 Uhr); Dr. Günter Gödde (Berlin): Nietzsche, der Philosoph des Unbewußten (Abschlussvortrag 17.30 Uhr).

Klaus-Jürgen Grün

knüpfungen zu achten, auf Kontraste, auf den Farbklang der einzelnen Formulierung, die nach musikalischer Gesetzmäßigkeit alsbald ihr Gegenteil herausfordert. Der Leser hat die Aufgabe, in diesem Netzwerk der semantischen Bezüge zu lesen, so wie der Musiker eine Partitur liest. Nur aus der Vergegenwärtigung des Sukzessiven erschließt sich die Aussage, so wie ein musikalisches Werk nur verstanden werden kann, wenn im Bewusstsein

„Ich kenne nichts mehr, ich höre nichts mehr, ich lese nichts mehr: und trotzdem gibt es nichts, was mich eigentlich mehr angeht, als das Schicksal der Musik...“

des aufmerksamen Hörers das Nacheinander der erklingenden Töne zur Gleichzeitigkeit seiner formalen Gestalt zusammengefasst wird. In dieser Technik der leitmotivischen Verknüpfung, in der Entwicklung des großen Atems, in der Forderung, mit Augen und Ohren, mit Gefühl und Verstand zugleich zu lesen, kommt er seinem einstigen Abgott Richard Wagner erstaunlich nahe. Auch nach dem Bruch hat Nietzsche mehrfach betont, er sei – trotz aller Differenzen – der „Erbe R. Wagners“: „Man muss die große Sache R. Wagners von seinen persönlichen, zu Prinzipien umgewandelten Mängeln lösen: in diesem Sinne will ich gerne Hand an sein Werk legen“, schreibt er 1884 in einem Brief.

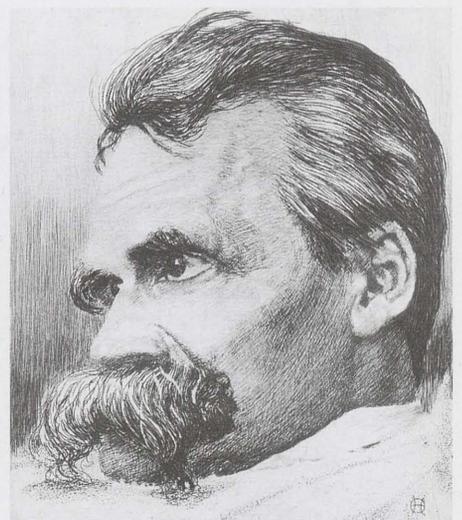
„Woran ich leide, wenn ich am Schicksal der Musik leide?“ fragt Nietzsche in *Ecce homo*, und er gibt zur Antwort: „Daran, dass die Musik um ihren weltverklärenden, jasagenden Charakter gebracht worden ist, – dass sie *décadence*-Musik und nicht mehr die Flöte des Dionysos ist.“ [Nietzsche: „*Ecce homo*“]

Musik und nicht mehr die Flöte des Dionysos ist.“ Als Prinzip des Dionysischen hat Nietzsche in seiner philosophischen Erstlingsschrift *Die Geburt der Tragödie aus dem Geiste der Musik* Wagners Gesamtkunstwerk gefeiert. Gegen den vermeintlichen Irrtum Wagners schreibt Nietzsche nun an. Nicht zufällig trägt *Jenseits von Gut und Böse* den Untertitel *Vorspiel einer Philosophie der Zukunft* – in bewusster Anknüpfung an Wagners „Kunstwerk der Zukunft“, das er hier weiterführt und dessen Widersprüche er in Philosophie „auflöst“ wie eine musikalische Dissonanz. Mit „Dionysos“ unterschreibt Nietzsche schließlich die letzten Briefe und „Wahnsinnszettel“ aus Turin. Cosima Wagner, von Nietzsche zeit seines Lebens hoch verehrt, firmiert in den letzten Aufzeichnungen als „Ariadne“. Auch



Dionysos und lyraspielender Satyr mit Namen Dithyrambos, Randfragment eines Kraters. „Woran ich leide, wenn ich am Schicksal der Musik leide? Daran, dass die Musik um ihren weltverklärenden, jasagenden Charakter gebracht worden ist, – dass sie *décadence*-Musik und nicht mehr die Flöte des Dionysos ist.“ [Nietzsche: „*Ecce homo*“]

ihr schickt er seine Botschaften des Wahnsinns. Sieht er sich in solchen Stunden als Befreier der verlassenen Ariadne? Ist seine musikalische Philosophie die neue „Flöte des Dionysos“?



Nietzsche nach dem geistigen Zusammenbruch [Zeichnung, 1899]. Franz Overbeck, der den geisteskranken Nietzsche in Turin abgeholt hat, erinnert sich: „...es kam vor, dass er in lauten Gesängen und Rasereien am Klavier sich maßlos steigend, Fetzen aus der Gedankenwelt, in der er zuletzt gelebt hat, hervorstieß, und dabei auch in kurzen mit einem unbeschreiblich gedämpften Töne vorgebrachten Sätzen, sublimen, wunderbar helllichtigen und unsäglich schauerliche Dinge über sich als den Nachfolger des toten Gottes vernahmen ließ, das Ganze auf dem Klavier gleichsam interpunktierend...“ Die Fähigkeit zum Improvisieren auf dem Klavier blieb Nietzsche auch nach seinem geistigen Zusammenbruch noch für einige Jahre erhalten, und sein Freund Peter Gast war erstaunt „über die Logik und Steigerung in seinen Improvisationen“.

Friedrich Nietzsche stirbt am 25. August 1900 in Weimar. Drei Tage später wird er in seinem Geburtsort Röcken zu Grabe getragen. Bei der Trauerfeier läuten dieselben alten Glocken, die ihm schon zur Geburt und zum frühen Tode des Vaters erklingen waren: Der Kreis der erlebten Klänge hat sich geschlossen.



Literatur

Friedrich Nietzsche: Sämtliche Werke. Kritische Studienausgabe in 15 Bänden, hg. von Giorgio Colli undazzino Montinari, Neuausgabe München 1999
 Friedrich Nietzsche: Der musikalische Nachlaß, hg. im Auftrag der Schweizerischen Musikforschenden Gesellschaft von Curt Paul Janz, Basel: Bärenreiter 1976
 Nietzsche und Wagner. Stationen einer Begegnung, hg. von Dieter Borchmeyer und Jörg Salaquarda, 2 Bände, Frankfurt a.M. 1994
 Nietzsche und die Musik, hg. von Günther Pöltner und Helmut Vetter, Frankfurt a.M. u.a. 1997
 Curt Paul Janz: Friedrich Nietzsche. Biographie. 3 Bände, München/Wien 1993 – Lizenzausgabe für Zweitausendeins, Frankfurt a.M. 1999
 Curt Paul Janz: Die Kompositionen Friedrich Nietzsches, in: Nietzsche-Studien 1972, S. 173-184
 Ulrike Kienzle: „...das freiwillige Leiden der Wahrhaftigkeit“. Zu den philosophischen Hintergründen des Bruchs zwischen Wagner und Nietzsche: Eine Rekonstruktion ihres Dialogs über den Pessimismus Schopenhauers, in: „Der Fall Wagner“. Ursprünge und Folgen von Nietzsches Wagner-Kritik, hg. von Thomas Steiert, Laaber 1991 (Thurnauer Schriften zum Musiktheater Band 11), S. 81-136
 Ulrike Kienzle und Thomas Lindner: Bayreuth als ästhetische Utopie, in: Programmbuch der Bayreuther Festspiele 1998, hg. von Wolfgang Wagner, S. 14-25

„Aeschylus und Shakespeare, ... die einzigen Bühnendichter, welche Wagner an die Seite gestellt werden können, machen ... dem Meister ihre Aufwartung.“
 Karikatur aus dem „UlK“, Berlin 1876, dem Jahr der ersten Bayreuther Festspiele. Den Vergleich zwischen Wagner und Aischylos hat auch Nietzsche – allerdings sehr ernsthaft – nicht gescheut.



Aeschylus und Shakespeare, nach Borges die beiden einzigen Bühnendichter, welche Wagner an die Seite gestellt werden können, machen im vorchriftsmäßigen Frack dem Meister ihre Aufwartung.

ULK, BERLIN, 1876

Eine Reise zum Urknall

Im Laborexperiment zeigen sich Zustände des Weltalls aus ferner Vergangenheit

von Reinhard Stock

Jeder kennt den überwältigenden Eindruck von Stille, Ferne und Kälte, den der Blick zum Sternenzelt in einer klaren Nacht vermittelt. Seit tausenden von Jahren bekannte Sternbilder, denen die frühen Seefahrer Namen aus Natur und Mythologie gaben, und der Gürtel der Milchstraße – gleichsam Einrichtungsstücke einer vertrauten und stabilen Architektur unseres nahen Weltraums. Dahinter blinzelndes Sternflimmern – Sternstaub nannten wir das als Kinder – viele tausend Lichtjahre entfernt. Raum und Zeit erscheinen uns intuitiv in einer unbegrenzten, ewig stabilen Architektur harmonisch miteinander verbunden. „Der gestirnte Himmel über mir, und das moralische Prinzip in mir“ waren für Immanuel Kant (1724-1804) in seinem aufgeklärten Daseinsentwurf die beiden Hauptsäulen im Versuch einer Antwort auf die ewig drängenden Fragen der Menschheit nach Schöpfung und Schöpfer. Wie diese wunderbare Schöpfung von Weltall und Menschen in einer dynamischen Evolution des Kosmos jedoch entstanden sein könnte, wird hier noch nicht gefragt.

Der scheinbar ewige, stationäre Kosmos muss „am Anfang“ als Ganzes entworfen und geschaffen sein. Noch im Wort „Kosmos“ tragen wir diese Uran-schauung weiter, das „Schön-Geschmückte“, göttliche Universum der emphatischen griechischen Naturphilosophie. Unser nahes Universum strahlt dieses Nachtbild als überwältigenden Eindruck von Raum-Zeit-Tiefe und statischer Kühle auf uns nieder. Mehrere Milliarden Jahre Nacht-Kühle und Dunkelheit, Tag-Wärme und Licht (Photonenstrom) waren unerlässliche Voraussetzungen für die Evolution des Lebens ebenso wie die kos-

mologische Ganggenauigkeit der Sonne, denn die Schwankungen der absoluten Temperatur liegen im Bereich weniger Prozent. Die Sonne ist mit einem Alter von zirka fünf Milliarden Jahren ein besonders langlebiger „Normalstern“ im Spektrum aller möglichen Sterntypen. Rundum umgeben uns im Nahkosmos ähnlich langlebige Sterne und Galaxien. Doch mit der Lebensdauer der Sonne – so lang sie auch ist im Vergleich zur subjektiven Lebenskala der Menschen – haben wir ein neues Territorium betreten: die Zeitskala des Universums, das aus Sternen in Galaxien, Galaxien-Haufen usw. und aus Licht besteht. Alle diese Strukturen sind einmal entstanden, alle ihre Komponenten leben nicht länger als zirka zehn Milliarden Jahre. Das Universum hat also notwendigerweise eine Geschichte. Ihrem Beginn ist dieser Artikel gewidmet: der Entstehung des Weltalls.

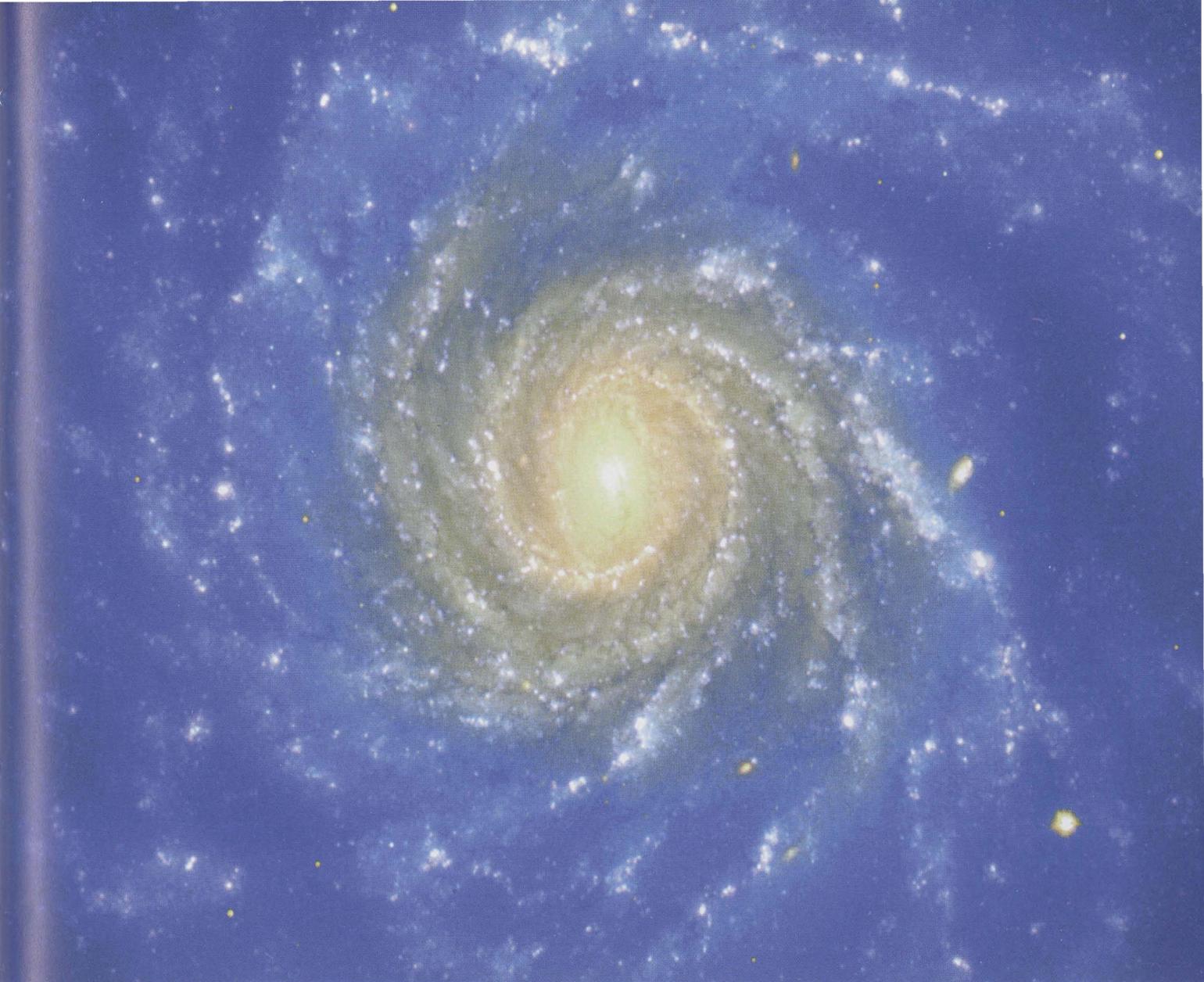
Zurück zum Anfang

Es war die wesentlichste Erkenntnis der modernen Astrophysik und Kosmologie (Hubble 1930, Gamov 1955), dass nicht nur die Sterne, Galaxien usw. entstehen und vergehen, sondern dass das Weltall selber in einer fortwährenden Expansion von Raum und Zeit begriffen ist, die einmal einen Anfang gehabt haben muss. Das Universum hat ein Alter von zirka 12 bis 14 Milliarden Jahren. Sonne und Erde sind „erst“ etwa fünf Milliarden Jahre alt – eine zweite oder dritte Generation des kosmischen Inventars. Was können wir über die Entstehungsphase sagen?

Die Expansionsmode des Weltalls in den vier Dimensionen von Raum und Zeit ist ein Problem der klassischen Mechanik

und Feldtheorie – allerdings eins der schwierigsten! Die Grundgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie ergeben Lösungen, die alle heute beobachteten Daten beschreiben und die Rückwärts-Extrapolation zu früheren Zeiten erlauben – ohne jede Spekulation. Die Daten, die wir heute über das ferne Weltall besitzen, gehören zu einem viel früheren Stadium, dessen Informationen nach Milliarden Jahren Flug durch Raum und Zeit erst jetzt bei uns ankommen: Unser Blick in die Tiefe des Weltalls dokumentiert Zustände der fernen Vergangenheit. So erreicht das Hubble „deep field“-Teleskop fast zehn Milliarden Lichtjahre entfernte Galaxien. Kann die nächste Generation an Teleskopen direkt zum Ursprung, zur Stunde „Null“ zurückschauen? Aber „direkt zurückschauen“ setzt die freie Ausbreitung von elektromagnetischen Wellen voraus. Dies ist erst möglich, wenn alle freien Elektronen im Weltall verschwinden, d.h. in Atomhüllen gebunden werden. Vorher ist das Weltall „undurchsichtig“.

Der Phasenübergang von Plasma zu Gas erfolgt bei einigen tausend Grad Kelvin und definiert den Zeitpunkt, zu dem wir das Universum sehen können. Das Weltalter dieses Vorganges („es werde Licht“) ist ungefähr eine Million Jahre alt. Eine Lichtkugel, deren Radius etwa ein Tausendstel der heutigen Größe betrug (aber dennoch immerhin schon 10^{20} Kilometer) sendet bei einigen tausend Grad Spektraltemperatur diejenigen Photonen aus, die heute auf 2,7 Grad Kelvin abgekühlt das ganze Weltall mit der so genannten „kosmischen Hintergrundstrahlung“ ausfüllen. Die Rückwärts-Extrapolation ist bis zum Weltalter von einer Million Jahre einigermaßen verlässlich möglich. Warum



Eine typische Spiralgalaxie (NGC 1232 im Sternbild Iridanus) im nahen Universum, ähnlich unserer Milchstraße. In diesem Bild des Hubble-Satellitenobservatoriums sind alle Details des zentralen, dichten Sternhaufens und des gegen den Uhrzeigersinn rotierenden äußeren Systems von Spiralarmen in der Aufsicht zu sehen. Es leuchten mehrere Milliarden Sterne, der Radius zu den äußeren Armen beträgt etwa 50.000 Lichtjahre. Zum Vergleich: Die Entfernung der Erde von der Sonne ist nur acht Licht-Minuten. Viele Milliarden Galaxien spannen den Gesamt-Raum des uns heute sichtbaren Universums auf.

extrapolieren wir dann nicht einfach zu den ersten Minuten, Sekunden?

Kosmologische Zehnerpotenzen

Vermutlich kann kein denkbares irdisches Experiment in solche Dimensionen der Energiedichte und Temperatur vorstoßen, wie sie unmittelbar im Urknall vorliegen. Ein hochdifferenzierter Schneekristall schmilzt zu einem schlichten Wassertropfen (273 Grad Kelvin), dieses verdampft (373 Grad Kelvin), die Wassermoleküle dissoziieren zu Knallgas (einige 1.000 Grad Kelvin), die H- und O-Atome ionisieren ab 50.000 Grad Kelvin und sind bei zirka zehn Millionen Grad Kelvin ein perfektes Plasma aus Elektronen und Atomkernen (Protonen und Sauerstoffkerne). Bei ca. 10^{11} Grad Kelvin verdampfen die Sauerstoffkerne vollständig zu Protonen, Elektronen und Neutrinos. Die Protonen zerbrechen in Quarks bei zirka $2 \cdot 10^{12}$ Grad Kelvin. Also liegt zwischen

dem Schneekristall und dem Quark-Gas ein Temperatursprung von 10^{10} Grad Kelvin. Tiefere Strukturen von Quarks, Elektronen oder Neutrinos hat man bei der bisher erreichten experimentellen Maximaltemperatur von zirka $2 \cdot 10^{15}$ Grad Kelvin noch nicht beobachten können. Über diese Brücke von immerhin fünfzehn Zehnerpotenzen extrapolieren wir im Kosmos rückwärts – die Physik der Materie kennen wir in dieser Zeitspanne auf Grund von Informationen der modernen Kern- und Teilchenphysik (nicht der Astrophysik) gut – und landen im Nanosekundenbereich des Weltalters. Ist das gesamte Universum hier ein undifferenzierter, unvorstellbar heißer Feuerball?

Die erste Sekunde des Universums

Im Jahr 1977 erschien Steven Weinbergs berühmtes Buch *The First Three Minutes*. Keine Zeile in diesem Meisterwerk,



Alle Daten der modernen Astrophysik zeigen, dass das Weltall expandiert: Die Galaxien entfernen sich in Richtung des so genannten „Rands“ des Universums voneinander. Diese Expansion verdünnt die Energiedichte des Universums: Es wird kälter und langfristig vereinsamen die Galaxien. Bewegt man sich rückwärts in der Zeit in Richtung Urknall, so kommt man zu immer heißeren, undifferenzierteren Stadien im frühen Universum, in denen die uns vertrauten Formen der Materie nacheinander verdampfen. Galaxien, Sterne und Atomkerne lösen sich auf in Protonen und Neutronen. Diese letzten Architekturen verdampfen zu den Elementarteilchen (Quarks und Gluonen) und die Temperatur steigt um mehr als zehn Zehnerpotenzen. Für alle Daseinsformen der Materie gibt es bis zu diesem Zeitpunkt – Mikrosekunden nach dem Urknall – konkrete Daten.

die heute nicht mehr gültig wäre. Aber in den vergangenen 23 Jahren hat die Wissenschaft viel über die ersten Sekundenbruchteile des Universums dazu gelernt (von zirka 10⁻¹⁰ Sekunden aufwärts). Daher ist es nicht verwunderlich, dass sich zurzeit unsere Beschreibungsweise des Urknalls von eher hypothetischen Vorstellungen zu datengestützten Expansionsmodellen ändert, zumindest ab dem Nanosekundenalter anfangend. Davor müssen wir uns noch auf Extrapolationen und Hypothesen verlassen.

Das „kühle“ Weltall ist demnach aus einem kosmologischen Feuerball aus den derzeit als „elementar“ angesehenen Quarks, Gluonen, Elektronen und Photonen entstanden. Dieser Phasenübergang zur uns vertrauten Welt von Protonen, Neutronen, später Atomkernen setzt genau bei einer Temperatur von 2·10¹² Grad Kelvin ein. Die zugehörige Weltall-Zeit ist 10⁻⁵ Sekunden (zehn Mikrosekunden), der Druck beträgt in diesem Augenblick ungefähr zwei Sonnenmassen pro Qua-

dratzentimeter bei einer unvorstellbar hohen Dichte von zirka 2·10¹² Kilogramm pro Kubikzentimeter in einer kosmischen Kugel von zirka 10¹¹ Kilometer Radius. Wie diese sehr konkrete Daten ermittelt wurden, beschreibt dieser Artikel.

Als Phasenübergang bezeichnen wir den Wechsel des „Aggregatzustandes“ und der effektiven Freiheitsgrade in einem physikalischen System. Wasser friert bei 273 Grad Kelvin und Atmosphärendruck zu Eis. Der Wechsel des Aggregatzustandes ist flüssig zu fest. Dabei werden die Bewegungsenergie (kinetische Energie) tragenden, individuell beweglichen Moleküle in ein festes Kristallgitter eingefroren. Als Gas frei bewegliche Quarks und Gluonen frieren in einem ähnlichen Phasenübergang in einer Quantenflüssigkeit ein, die aus Protonen, Neutronen, Pionen (sowie ihrer Antiteilchen: Anti-Protonen usw.), also aus gebundenen Quarks und Gluonen besteht. Der Wechsel des Aggregatzustandes ist gasförmig zu flüssig.

Die Atomkernbestandteile Proton und Neutron bestehen aus drei Quarks, die kurzlebigen Mesonen aus einem Quark und einem Antiquark. Protonen und Neutronen haben eine neue Eigenschaft: ihre große so genannte Ruhemasse. Diese leitet sich nicht aus den Massen der enthaltenen Quarks ab, sondern aus der hohen Energie der Kraftfelder, die die Protonen zusammenhält. Diese Kraft ist eine der vier Grundkräfte der Natur, die so genannte Starke Kraft. Wie die Starke Kraft gebundene Zustände schafft, ist bisher noch nicht vollständig verstanden. Die Quantenchromodynamik (QCD) erklärt dies damit, dass Quarks niemals für sich allein im leeren Raum vorkommen können, da einzelne Quarks unendlich viel Energie hätten. Auch der stärkste Beschleuniger kann demnach ein Meson nicht in zwei Quarks auseinander reißen. Gelänge es allerdings, Atomkerne auf über eine Billion Grad Kelvin aufzuheizen und gleichzeitig zu verdichten, wäre eine neue Zustandsform der Materie erreicht, das Quarkplasma, in der Quarks wie in einem Gas frei herumschweben ohne Erinnerung an ihre alten Bindungspartner. Tausende von Quarks würden einen Plasma-Feuerball bilden, dessen Eigenschaften dem frühen Universum gleichen.

Mini-Urknall im Labor

Zwar kann man mit den Beschleunigern der Hochenergie-Physik Temperaturen bis zirka 10^{15} Grad Kelvin in Protonenstößen erzeugen, aber hier treten so wenige Quarks aktiv in die Reaktion ein, dass die Zustände im Frühkosmos dabei nicht realisiert werden – ein Feuerklecks, kein Feuerball. Um Quarkplasma zu erzeugen, müssen ausgedehnte, schwere Atomkerne auf Temperaturen von mindestens einer Bil-

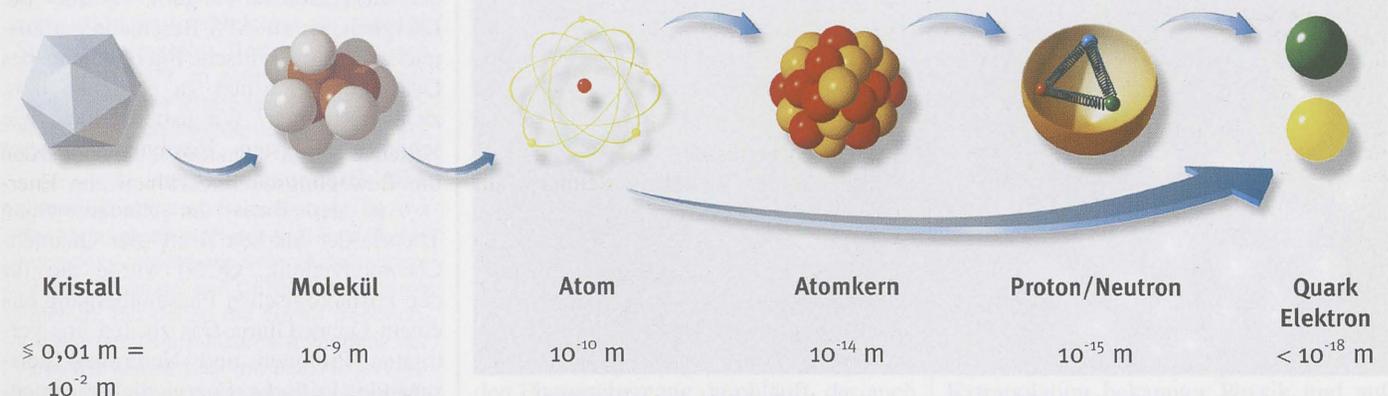
lion Grad Kelvin aufgeheizt werden. Dies lässt sich nur mit extrem energiereichen Kernprojekten erzeugen. Im Hochenergiebeschleuniger des CERN in Genf werden Blei-Kerne (Masse 208) mit der höchstmöglichen Energie ineinander geschossen. Beim Zusammenstoß verschmelzen 400 Protonen und Neutronen miteinander und werden auf die zehn- bis zwanzigfache Energiedichte zusammengepresst. Dieser winzige Feuerball ist allerdings äußerst kurzlebig. Er spritzt bereits nach dem Bruchteil einer Sekunde wieder auseinander. Aber vielleicht werden die kosmologisch interessanten Bedingungen in diesem kleinen Feuerball für winzige Sekundenbruchteile erreicht und vielleicht sind in den Explosionstrümmern des anschließend wieder explodierenden Feuerballs Signale enthalten, die diese Bedingungen (aus der Phase maximaler Dichte und Temperatur) festhalten.

Mit diesen zwei „Vielleicht“ beschäftigen sich unsere Forschungsgruppen seit 25 Jahren mit wachsendem Geschick und Erfolg. Aus der Hand voll Pioniere, die dieses Forschungsgebiet in den siebziger Jahren am Synchrotron des Lawrence Berkeley Laboratory in Kalifornien begannen, sind inzwischen über tausend geworden. Damals interessierten uns die eben entdeckten Neutronensterne. Diese dichtesten Materiekugeln haben eine Masse von eineinhalb Sonnen auf ungefähr zehn Kilometer Radius zusammengepresst. Sie entstehen im Gravitationskollaps ausgebrannter schwerer Sterne, dem Supernova-Prozess. Die Dichte von Materie und Energie gleicht der im Urkosmos gegen Ende der ersten Sekunde, allerdings ist der Neutronestern kalt und stationär. Im Inneren sind die Neutronen viel dichter zusammengepackt als im Innern der Atomkerne. Dabei muss der Druck in

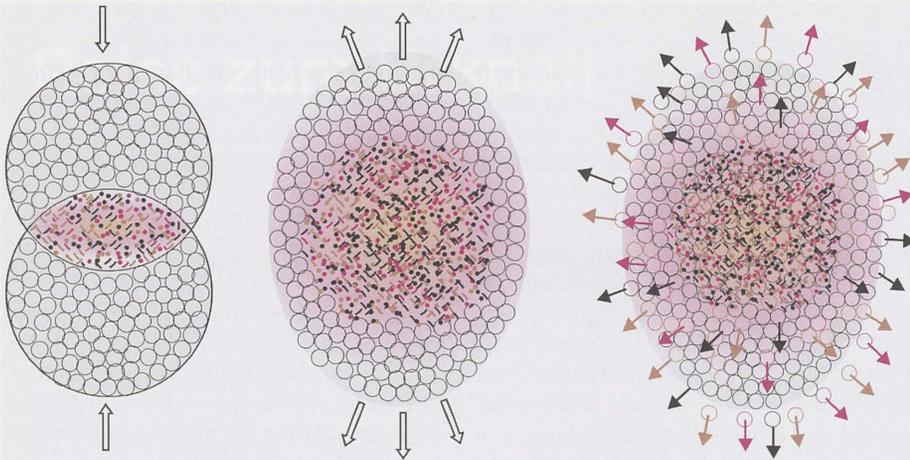
der Stern-Kernmaterie den Gravitationsdruck genau kompensieren, sonst führt der ungebremste Kollaps zu einem schwarzen Loch. Unter anderem zur Erforschung der Struktur der Neutronensterne wurden in den achtziger Jahren die neuen Synchrotronbeschleuniger der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) bei Darmstadt aufgebaut, denn nur diese waren in der Lage, ein „schweres Ion“, also einen Atomkern, der von allen oder fast allen Elektronen seiner Hülle befreit ist, annähernd auf Lichtgeschwindigkeit zu beschleunigen – eine unabdingbare Voraussetzung für die anstehenden Experimente.

Doch welche Form hat die Materie jenseits der Kerne und Neutronensterne? Steigt die Dichte im innersten Sektor solcher Sterne so weit, dass die Neutronen und Protonen zerdrückt werden und wenn ja, in was? Das materielle Innere von Protonen kannten wir damals nicht! Im Jahre 1973 formulierten drei Theoretiker eine Hypothese für die Urform der Materie: Hugh David Politzer, David Gross und Frank Wilczek waren Postdoctoral Fellows in Harvard und Princeton, als sie die Quantenchromodynamik (QCD) entdeckten. Quarks und Gluonen erzeugen die Felder der Starke Kraft und unterliegen zugleich ihrer Wirkung. Diese ist derart stark, dass die Quarks und Gluonen des QCD-Kraftfeldes zu Protonen und Neutronen kondensieren. Das Quark-Gluon-Kondensat der Starke Kraft bezeichnet man auch als Hadronen.

Doch bei welcher Energiedichte kondensiert ein Quark-Gluon-Plasma zu Protonen, Neutronen usw. Die größten Synchrotrons der Welt waren in den frühen achtziger Jahren nötig, um den kosmischen QCD-Phasenübergang vom Quark-Gas zu Protonen im Labor zu erforschen. Dazu



Vom Schneekristall bis hin zum Quark kennen wir die Formen der Materie gut genug, um bei jeder Temperatur (zwischen 200 Grad Kelvin und zwei Billionen Grad Kelvin) das kosmische Inventar, seinen Druck, seine Dichte usw. zu verstehen. Besonders interessant sind die Phasenübergänge, angefangen vom Kristall zur Flüssigkeit bis zur Auflösung der Materie aus Protonen und Neutronen in die elementaren Quarks. Im Urknall werden diese Phasenübergänge in der umgekehrten Richtung durchlaufen [vgl. Abbildung „Reise zum Urknall“].



In den Experimenten am europäischen Forschungszentrum CERN in Genf werden zwei schwere, ausgehende Atomkerne des Elements Blei mit annähernd Lichtgeschwindigkeiten ineinander geschossen. Die Skizzen illustrieren den Reaktionsablauf.

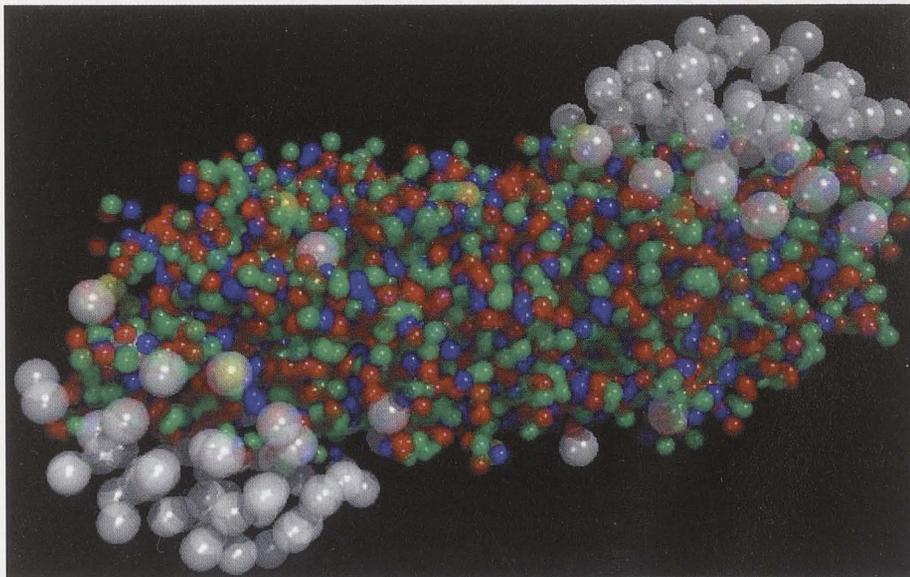
Links: Zu Beginn der Reaktion sind bereits Teile der beiden Kernvolumina ineinander gedrungen, wobei die Protonen und Neutronen aufgebrochen werden. In den noch „heilen Bereichen“ sind sie noch als kleine Kügelchen zu erkennen.

Mitte: Etwa 10^{-23} Sekunden später ist der „Feuerball“ fertig ausgebildet. Im Inneren herrschen maximale Temperatur und Energiedichte. Hier gibt es keine gebundenen Protonen- und Neutronenkügelchen mehr, der Raum ist mit Quarks und Gluonen ausgefüllt – dem neuen Aggregatzustand der Materie, der die Urknall-Expansion in der Nano- und Mikrosekunden – Ära bestimmt hat.

Rechts: Daraufhin expandiert das „Feuer-Ei“. Dichte und Temperatur sinken. Bei der so genannten „kritischen“ Temperatur findet der kosmische Phasenübergang statt. Die Quarks und Gluonen kondensieren wieder zu Kügelchen (Protonen, Neutronen, Pionen usw.), die nach außen rasen und dabei von Detektoren registriert werden. Dadurch kann der Phasenübergang rekonstruiert werden.

gehörten das „Super-Proton-Synchrotron“ (SPS) des CERN (sieben Kilometer Umfang) in Genf und das „Alternating Gradient Synchrotron“ (AGS) des US-Nationallabors in Brookhaven auf Long Island. Der deutsche Anteil der für die Experimente notwendigen Gelder stammte aus dem Grundlagenforschungsressort des Bundesministeriums für Forschung und Technologie (so hieß das BMBF 1985) und der großen Forschungszentren: der GSI in

Darmstadt und dem Max-Planck-Institut für Physik in München. Der CERN übernahm die Mutterrolle. Die Forschungsatmosphäre am CERN war international und höchst anregend. Die großzügige Förderung durch das BMFT und die Zentren erlaubte Wissenschaftlern der Universitäten Frankfurt, Freiburg, Heidelberg, Marburg und Münster die Zusammenarbeit am CERN in internationalen Arbeitsgruppen gemeinsam mit Kollegen aus Athen, Ber-



Das dynamische Modell der Frankfurter Theorie-Gruppe verfolgt den Reaktionsablauf der Kollision zweier Bleikerne. In diesem Schnappschuss fängt die Expansion des Feuerballs (der eher einem Feuer-Ei gleicht) gerade an. Die farbigen Quarks und Gluonen sind hier ebenso als Kügelchen gezeigt wie die weißen Protonen, Neutronen, Pionen usw. weiter außen. In Wirklichkeit haben sie keine wohldefinierte Ausdehnung, kein Innen und Außen, ganz im Gegensatz zu den Protonen, die kleine Planetensysteme aus gebundenen Quark sind.

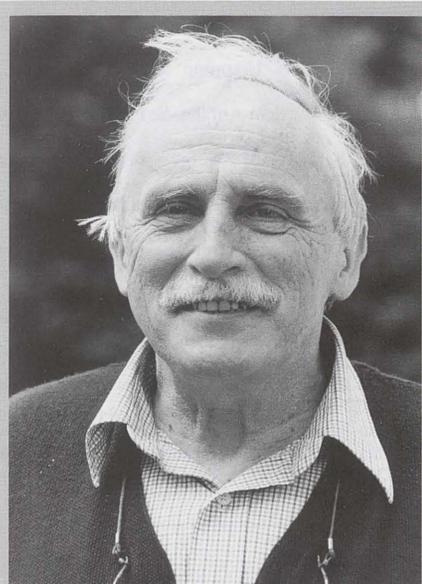
keley, Birmingham, Warschau, Budapest, Moskau, Zagreb usw. „Unsere“ Zagreb-Gruppe merkte erst in der Jugoslawien-Krise, dass sie aus Kroaten und Serben, aus früheren Kommunisten und Antikommunisten bestand. Alle sind bis heute an einem Tisch geblieben.

Quark.Matter@CERN.ch

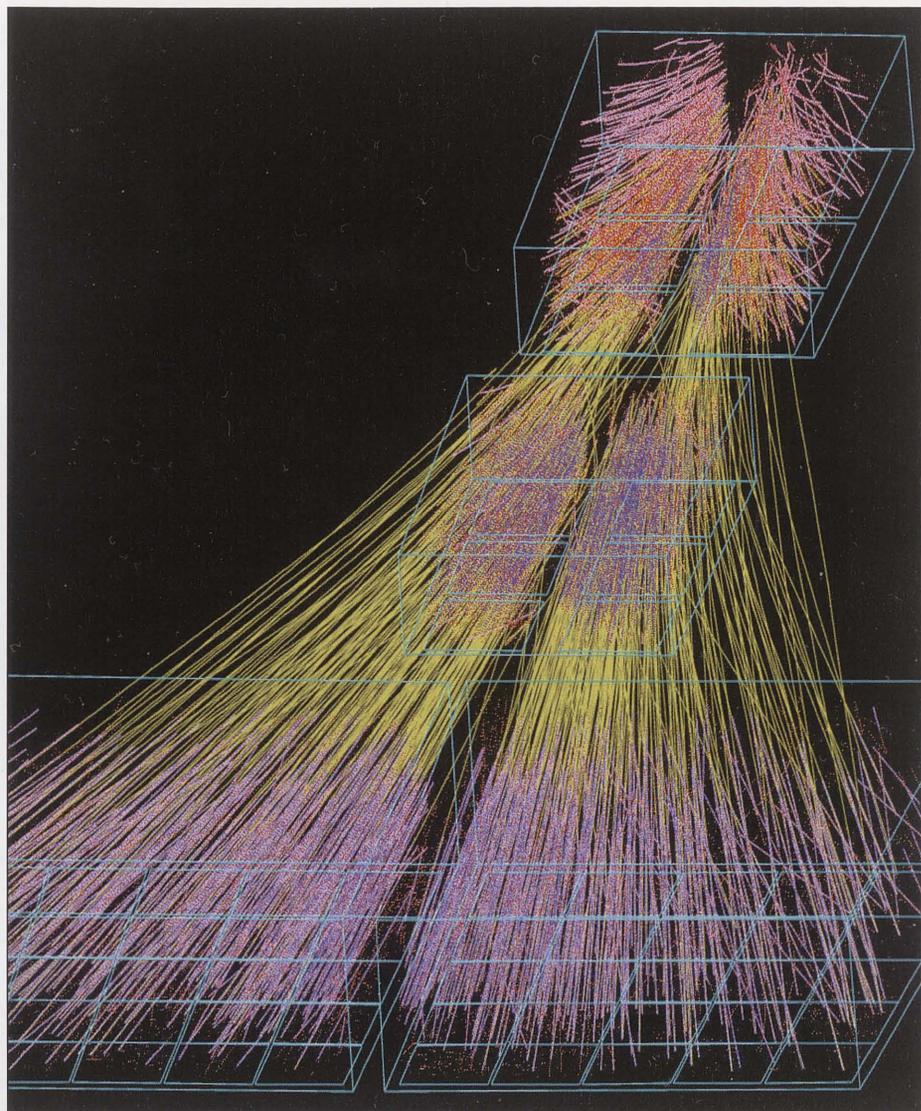
1996 gelang es am CERN mithilfe einer verbesserten Synchrotronleistung und verschiedener, spezialisierter Detektoren den Phasenübergang der QCD zur Ur-Materie aus Quark und Gluonen darzustellen. Mit der Verwendung von Bleikernen der Masse 208 (bestehend aus 208 Neutronen und Protonen) stand die enorme Energie von fast vier Terra-Elektronenvolt ($4 \cdot 10^{12}$ Elektronenvolt; 1 eV entspricht der Quantenenergie des sichtbaren Lichts) zur Verfügung, um die Atomkernmaterie in Quark-Gluon-Materie zu verwandeln. Vier Terra-Elektronenvolt entsprechen etwa zehnmal der Energie, die in der gesamten Proton-Neutron-Ruhemasse der zwei Bleikerne steckt, die im Experiment ineinander geschossen werden. Solche Systeme, deren Gesamtenergie um ein Vielfaches höher ist als die Ruhemasse, nennt man „ultrarelativistisch“. Die Gesamtenergie von vier TeV, die am CERN SPS den Reaktions-Feuerball komprimiert und heizt, ist jedoch nicht die entscheidende Größe. Für die Expansionsgeschichte und die besonders interessanten Phasenübergänge, in denen das Inventar des Weltalls dramatisch die Erscheinungsform wechselt, ist nicht die Gesamtenergie wichtig, sondern die Energiedichte ϵ : eine lokal definierte, innere Eigenschaft der jeweiligen Ur-Substanz – die Energie pro Kubikmeter im Ur-Feuerball. Kennen wir das Materie-Inventar zu einer bestimmten Zeit in der Expansionsentwicklung genau genug, so können wir die wirklich interessierenden Größen, Temperatur und Druck aus der Energiedichte folgern. Würde die Energiedichte am SPS-Beschleuniger ausreichen, um die kritische Energiedichte des Quark-Gluon-Plasmas zu erreichen bzw. zu überschreiten? Wir hatten Glück, wie schon die ersten Ergebnisse unserer CERN-Experimente zeigten.

Auf der Basis der fundamentalen Theorie der Starken Kraft (der Quantenchromodynamik, QCD) wurde die für den kosmologischen Phasenübergang aus einem Quark-Gluon-Gas zu den uns vertrauten Protonen und Neutronen herrschende, kritische Energiedichte errechnet. Die ersten CERN-Experimente zeigten, dass in der Anfangsphase der Kollision von Blei-Kernen eine ungefähr dreimal höhere Energiedichte als die kritische

Energiedichte der QCD-Theorie vorliegen muss. Wir schienen in unseren Experimenten die kritische Schwelle der Energiedichte zu überschreiten und tatsächlich im Quark-Gluon Plasmazustand zu „landen“. Wie zwei Experimente dann zeigten, lösten sich in der Tat die Protonen, Neutronen – kurz alle Hadronen – in dieser hohen Energiedichte auf: in die neue Urmaterie-Phase aus frei beweglichen (nicht in die Kondensat-Kügelchen eingesperrten) Quarks und Gluonen, die von



Professor Dr. Reinhard Stock (62) studierte von 1957 bis 1963 Physik an den Universitäten München, Berlin und Heidelberg, wo er zwei Jahre später über das Thema „Experimentelle Untersuchungen von Kernreaktionen zur Aufklärung des Schalenmodells“ promovierte. Nach Forschungsaufenthalten am Niels Bohr Institut in Kopenhagen und der University of Pennsylvania habilitierte sich Reinhard Stock 1971 über die „Dynamik direkter Kernreaktionen“. Nach seinem Wechsel an die Universität Marburg wurde er dort 1973 zum Honorarprofessor ernannt. Einem zweijährigen Forschungsaufenthalt im Lawrence Berkeley Laboratory in Berkeley 1976 und 1977 folgte als nächste Station Darmstadt: Dort war Reinhard Stock von 1977 an acht Jahre lang wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI). Seit 1985 ist er Professor für Experimentalphysik an der Goethe-Universität. Sein wissenschaftlicher Schwerpunkt ist die Hochenergie-Kernphysik und ihre Beziehung zur Astrophysik. Seine Arbeitsgruppe ist an einem der CERN-Experimente beteiligt, mit denen die ersten Beobachtungen der Quark-Materie gelangen. Der Physiker wurde 1987 mit dem Robert Wichard Pohl-Preis der Deutschen Physikalischen Gesellschaft und 1988 mit dem Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft ausgezeichnet.



Der Quark-Gluon-Feuerball explodiert in tausende Kondensationsströpfchen (Protonen, Neutronen, aber vor allem Pionen). Er entsteht beim Zusammenstoß eines Bleikern-Projektils aus dem CERN-Synchrotron mit einem Bleikern in einer dünnen Folie, die vor dem Experiment (NA49) angeordnet wird. Die Bahnen der Pionen und Protonen, die hier gezeigt sind, werden in einem großen Magnetspektrometer registriert und rekonstruiert. Das Spektrometer ist hier nur schemenhaft skizziert. Es ist zwölf Meter lang und wiegt über tausend Tonnen.

der QCD-Theorie vorhergesagt worden waren. In einem weiteren Experiment gelang es, erste Signale der thermischen Photonenstrahlung aus dem nur für unsäglich kleine Sekundenbruchteile (10^{-23} Sekunden) im Laborversuch realisierten Quark-Gluon-Feuerball zu identifizieren. Dieser zum ersten Mal im Labor detektierte „Miniatur-Feuerball“ expandiert sofort explosiv, weil ihn die Gravitations-Anziehung des Urkosmos nicht in eine viel langsamere Raum-Zeit-Expansion zwingt. Zwei weitere CERN-Experimente registrierten genau den Augenblick, in dem der kurzlebige Quark-Gluon-Feuerball bei rasch abfallender Energiedichte den Phasenübergang durchläuft, der auch bei 10^{-5} Sekunden Weltallzeit die kosmische Evolution bestimmt hat: die Kondensation vom freien Quark-Gluon-Gas in gebundene „Quark-Atome“, den Hadro-

nen. Aus diesen Experimenten ergaben sich die konkreten Zahlenwerte für die „kritische“ Temperatur am Phasenübergang: $T_c = 2 \cdot 10^{12}$ Grad Kelvin, die kritische Energiedichte ϵ_c (die mit dem wahrscheinlichsten Wert der QCD-Theorie übereinstimmte) und der Druck im Kosmos kurz vor dem Phasenübergang: Etwa zwei Solarmassen pressen auf die Fläche eines Fingernagels. Dieser unvorstellbare Druck treibt das Ur-Universum in die heute beobachtete universelle Expansionsmode.

In der Tat wird durch diese experimentellen Ergebnisse die Demarkationslinie zwischen den noch weitgehend auf Extrapolation bekannter Physik und auf faszinierenden Hypothesen zum Ur-Anfang des Universums gestützten Modellen und seinen mehr aus Daten gefolgerten späteren Expansions-Phasen weit nach

vorne geschoben: in die Nano- und Mikrosekunden-Ära der ersten Sekunde. Den weiteren Verlauf in den „ersten drei Minuten“ beschreibt schon Stephen Weinberg in seinem auch für den heutigen Leser immer noch brillianten Buch von 1977.

Die Reise zum Urknall

Unser Universum hat eine Geschichte, und ich habe versucht, Ihnen eine auf Beobachtungsdaten und fundamentale Theorie gestützte Brücke zu entwerfen, die von den Milliarden Jahren währenden Zeitkonstanten unseres nahen Kosmos zurückführt zu den ersten Mikrosekunden dieser Geschichte. Diese Brücke führt von Kühle, Weite und evolutionärer Differenzierung zu einem auf den ersten Blick urprimitiven, homogenen Feuerball von unvorstellbarer Energiedichte und Temperatur. Alle differenzierten Architekturen erscheinen aufgelöst: die Galaxien, Sterne, Planeten der kondensierenden Gravitationskraft. Die Atome, Moleküle, Schneekristalle und Proteine der unendlich einfallreichen elektromagnetischen („chemischen“) Wechselwirkungen. Die Hundertschaften der verschiedenen stabilen

und metastabilen Atomkerne der starken Naturkraft-Architektur, von den Protonen im Weltall bis zum kosmisch langsamen Kalium-Argon-Kernzerfall, der die Erdwärme erzeugt.

Ist die Natur am Anfang von einer radikalen, fundamentalen Einfachheit, die aber dennoch die ganze evolutionäre Differenzierung bereithält? Die moderne Hochenergie-Astrophysik versucht in künftigen Beschleunigerexperimenten den Durchbruch zu einer Universalschau der Materie und ihrer Kräfte: zur „großen vereinigten Naturkraft“, die bei noch aber-milliardenfach höherer Energiedichte drei elementare Kräfte zu einer einzigen, letzten Elementarkraft zusammenschmilzt. Noch eine Reihe kosmischer Zehnerpotenzen früher in der Zeitskala soll dann auch die vierte Kraft, die Gravitation, ihre Selbstständigkeit aufgeben. Dies ist der Anfang, wo Raum und Zeit „entstehen“. Am Anfang gehören das Nichts und die „Schöpfung“ aufs Engste zusammen – wir verstehen folgerichtig beide noch nicht befriedigend.

Vor 25 Jahren begann man zögernd, „eine Art Quark-Gluon-Plasma“ vor der Proton-Neutron-Phase des Urknalls in Betracht zu ziehen. Inzwischen ist dieser

Phasenübergang im Laborversuch rekonstruiert: allerdings ein relativ bescheidener Fortschritt angesichts des Schweregewichts der nach vorne im Urknall noch verbleibenden dreißig kosmologischen Zehnerpotenzen bis hin zum heute vermuteten „Anfang“ von „Raum“, „Zeit“ und „Welt“. Der Befreiung dieser Begriffe von Anführungszeichen ist die Physik des neuen Millenniums gewidmet.



Literatur

- Harald Fritzsch: Vom Urknall zum Zerfall, dtv 2. Auflage 1996
 John Barrow: Der Ursprung des Universums, C. Bertelsmann 1998
 Martin Rees: Vor dem Anfang, S. Fischer, Frankfurt 1998
 R. und H. Sexl: Weiße Zwerge – Schwarze Löcher, Vieweg 1979
 Steven Weinberg: The First Three Minutes, Basic Books Inc, New York 1977
 I. Adams and G. Laughlin: The Five Ages of the Universe, The free Press, Simon & Schuster, N. Y. 1999
 U. Heinz: Primordial hadrosynthesis and the Little Bang, Nuclear Physics A661 (1999) 140
 R. Stock: The Parton to Hadron Phase Transition observed in Pb+Pb Collisions, Physics Letters B456 (1999) 277
 P. Braun-Munzinger: Chemical Equilibration and the Hadron-QGP Phase Transition, GSI Preprint 2000-20

ANZEIGE

DER ANFANG DER SKLAVEREI.



Hierzulande beginnt für Kinder mit sechs Jahren der sogenannte „Ernst des Lebens“. Im indischen „Teppichgürtel“ beginnt für sie die Gefangenschaft. Es ist der Anfang vom Ende: Sie werden als Kindersklaven ausgebeutet und sind im Alter von nur 12 Jahren oft gesundheitlich ruiniert.

➔ MISEREOR kämpft für ihre Befreiung, Rehabilitation und Schulbildung. Eine Schultüte werden diese Kinder wohl nie bekommen. Aber das Gefühl, daß sie Menschen sind. Wenn Sie helfen und mehr erfahren möchten, schreiben Sie an: MISEREOR, Mozartstraße 9, 52064 Aachen, e-mail: anzeige@misereor.de

Spendenkonto 556
 Sparkasse Aachen
 BLZ 390 500 00

MISEREOR
 DIE ARMEN ZUERST.

Fleishman-Hillard ist eine weltweitführende PR-Agentur, mit kontinuierlichem, überdurchschnittlichen Wachstum. Wir suchen Persönlichkeiten mit Erfahrung aus den Bereichen B-t-B, Corporate, Consumer und Healthcare.

Zur Betreuung weltweit tätiger Unternehmen brauchen wir dringend

Trainee • Junior PR • PR-Berater(innen)

- Wenn Sie ...
- kommunikativ und neugierig, kreativ und sicher in strategischen und konzeptionellem Denken sind
 - eine Herausforderung suchen
 - Konzepte entwickeln und realisieren wollen
 - gern im Team und international arbeiten möchten
 - sich vor Verantwortung nicht scheuen
 - Englisch in Wort und Schrift beherrschen
 - und unternehmerischen Biss haben
- ... dann steht einer steilen Karriere bei uns nichts im Wege.

Bewerbung bitte an:

Fleishman-Hillard Germany GmbH, Frau Anita Eisele, Hanauer Landstraße 182c, D-60314 Frankfurt/Main, Tel: 069/40 57 02-0, E-Mail: info@fleishman.de

Philipp Holzmann ist auf den internationalen Baumärkten zu Hause. Mit traditionell hoher, weltweit geschätzter Kompetenz und mit über 23.000 engagierten Mitarbeitern behaupten wir nach einer umfassenden Neuausrichtung unsere Position am Markt. Die notwendigen Veränderungen nach der Krise haben wir als Chance genutzt. Jetzt suchen wir weitere hochmotivierte Mitarbeiter mit profundem Wissen und Willen zum Erfolg, die mit uns die Zukunft gestalten. Wir bieten interessante Perspektiven und spannende, verantwortungsvolle Aufgaben.

TRADITION MIT ZUKUNFT

Die Baubranche fasziniert Sie: Jedes Bauprojekt ist ein Unikat und erfordert ein komplexes Projektmanagement. Die Branche verändert sich rasant, so wie es Markt und Wettbewerb erfordern. Kompetenz und Engagement der Mitarbeiter sind dabei zentrale Faktoren des Unternehmenserfolgs. Das ist Ihre Chance als

HOCHSCHULABSOLVENT (m/w)

Was Sie erwartet:

Ob als Bauingenieur, Betriebswirtschaftler, Jurist oder als Spezialist mit anderem fachlichen Hintergrund: in jedem Fall erwarten Sie Aufgaben, die ganzheitliches Denken, Entscheidungsfreude und den Willen zum Erfolg voraussetzen.

Was wir erwarten:

Wir suchen Kollegen, die bereit sind, mit uns neue Wege zu beschreiten. Mitarbeiter, die Probleme strukturiert angehen, Chancen erkennen und die besten Lösungen entwickeln. Unternehmerisches Denken ist dabei genauso wichtig wie der Spaß an interdisziplinärer Teamarbeit. Überdurchschnittliche Prüfungsergebnisse setzen wir voraus.

Interessiert?

Dann würden wir Ihnen gerne mehr verraten über die neuen Karrierechancen für Hochschulabsolventen.

Infos bei:

Philipp Holzmann AG
Personalmarketing
Dipl.-Ing. (FH) Heike Kluge
Täunusanlage 1, 60329 Frankfurt
Telefon: 069/262-336
Telefax: 069/262-331
E-Mail: hkluge@hlzm.de



PHILIPP HOLZMANN
Aktiengesellschaft

Der Kalif al-Ma'mūn und sein Beitrag zur Weltkarte

Arabischer Ursprung europäischer Karten

von Fuat Sezgin

Das kartografische Bild der Erdoberfläche, das wir im 20. Jahrhundert vorgefunden haben, dürfte weitestgehende Exaktheit erreicht haben. Sein Wirklichkeitsgrad wurde jedoch noch nicht nachgeprüft. Erst jetzt wird es durch die sich parallel zum heutigen Weltbild entwickelnden Wissenschaften, namentlich durch die dank der Raumfahrttechnik ermöglichten Beobachtungen und Messungen, möglich sein, diese noch ausstehende Arbeit zu bewerkstelligen. Auch wenn uns Korrekturen nicht erspart bleiben, so werden sie doch die allgemeine Genauigkeit des bisherigen Bildes, dieses gemeinsamen Erbes der Menschheit, nicht erschüttern. Den Vorzug dieser Erfahrung hatten unsere Vorgänger in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts noch nicht.



Abb. 1: Die im Auftrag des Kalifen al-Ma'mūn im ersten Drittel des 9. Jahrhunderts geschaffene Weltkarte in einer Kopie aus dem Jahre 1340. Das Besondere daran ist – neben ihrer globularen Projektion – ein die Erdteile umschließender Ozean, der Afrika als umfahrbar erscheinen lässt und den Indischen Ozean – im Gegensatz zur ptolemäischen Darstellung als Binnenmeer – als offenes Meer zeigt.

Die Aufgabe der noch jungen Disziplin Historiographie der Kartenkunst, die einzelnen Stufen der Entwicklung und die von unterschiedlichen Kulturkreisen geleisteten Beiträge einigermaßen der Wirklichkeit entsprechend darzustellen, ist un-
gemein schwierig. Wann und wo der erste Versuch unternommen wurde, einen Teil der Erdoberfläche von Menschenhand abzubilden, wird sicherlich für immer verborgen bleiben. Versuche der Babylonier und der alten Ägypter, ihre Vorstellung von der bewohnten Erde zu skizzieren, sind uns zum Glück bekannt. Auch ist bekannt, dass schon um das Jahr 530 v.Chr. der Karthager Hanno von seiner Heimatstadt aus bis in den inneren Golf von Guinea, etwa bis zum Äquator, vordringen

konnte. Herodot erzählt von einer phönizischen Umsegelung Afrikas im Auftrag des Pharaos Necho (etwa 596-584 v.Chr.). Dieser Herrscher soll seinen Seefahrern den Befehl erteilt haben, vom Roten Meer aus südlich den Küsten entlang so weit zu segeln, bis sie die Säulen des Herakles kreuzen und durch das Mittelmeer nach Ägypten zurückkehren würden. Sie sollen den Auftrag innerhalb von drei Jahren ausgeführt haben.

Die ersten Ansätze der mathematischen Geografie bei den Griechen

Mit der Annahme der Kugelform der Erde im 5. und 4. Jahrhundert v.Chr., dem

ersten Versuch der Erdmessung im 3. Jahrhundert v.Chr. und der Übertragung der babylonischen Einteilung des Sternenhimmels in 360° im Großkreis auf die Erde, schufen die Griechen die Grundlagen für ein mathematisches Erfassen der bekannten Erdoberfläche. Hinzu kam die Vorstellung von Längengraden im Sinne der Zeitdifferenz zwischen Orten durch gleichzeitige Beobachtung von Mondfinsternissen und der für die Ortsbestimmung grundlegende Satz von der Gleichheit der geografischen Breite eines Ortes und der Polhöhe.

Eine mathematisch-astronomisch fundierte Karte zu zeichnen, fand Hipparchos, einer der größten Astronomen der Griechen, im dritten Viertel des 2. Jahrhunderts v.Chr. noch undurchführbar. Er sah die bis zu seiner Zeit erreichten kartografischen Leistungen der Geografie als verfrüht und verfehlt an und empfahl Geduld und die Sammlung ausreichend genauer Ortsbestimmungen. Der Entwurf einer Karte sei eine Aufgabe für die Zukunft, die erst nach einer von zahlreichen Gelehrten in verschiedenen Ländern geleisteten Vorarbeit erfüllt werden könne. Mit Sicherheit stand den Griechen eine Längendifferenz zur Verfügung: Sie war nach dem Verfahren der Beobachtung von Mondfinsternissen im Jahre 331 v.Chr. zwischen Karthago und Arbela ermittelt worden und zirka 11° zu groß.

Im Laufe der Zeit gewonnene Breitengrade, bei Schifffahrten und vom römischen Heer vorgenommene Messungen zurückgelegter Strecken und anderweitig gewonnene Angaben in Routenbüchern führten in der ersten Hälfte des 2. Jahrhunderts n.Chr. zur Gestaltung einer Karte der bewohnten Welt in orthogonaler Projektion. Ihr Schöpfer hieß Marinus von Tyros. Zu Spuren seiner längst verlorenen Karte führt uns sein jüngerer Zeitgenosse Ptolemaios. Allem Anschein nach war diese Karte und ihr Begleittext die alleinige Grundlage der ptolemaischen Geografie. Wie wir erfahren, hatte Marinus der Karte der bewohnten Welt ein Gradnetz zu Grunde gelegt, dessen Länge 225° betrug, also um etwa 80° bis 90° zu groß war. Sein Nachfolger Ptolemaios fühlte sich dazu berufen, anhand der Daten und Gradangaben, die er dieser Karte der bewohnten Welt (vielleicht auch den beigelegten Teilkarten) und dem Begleittext entnommen hatte, ein Werk zusammenzustellen, das späteren Generationen zum Entwurf neuer Auflagen der Karte dienen sollte. Bei der Bearbeitung der Daten seines Vorgängers gewann er die Einsicht, dass die Streckenangaben, vor allem die ostwestlichen im Sinne der Längengrade, zu groß geraten sind. Er hat daher die Asien betreffenden Teile systematisch proportional verkleinert. Unter Beibehaltung



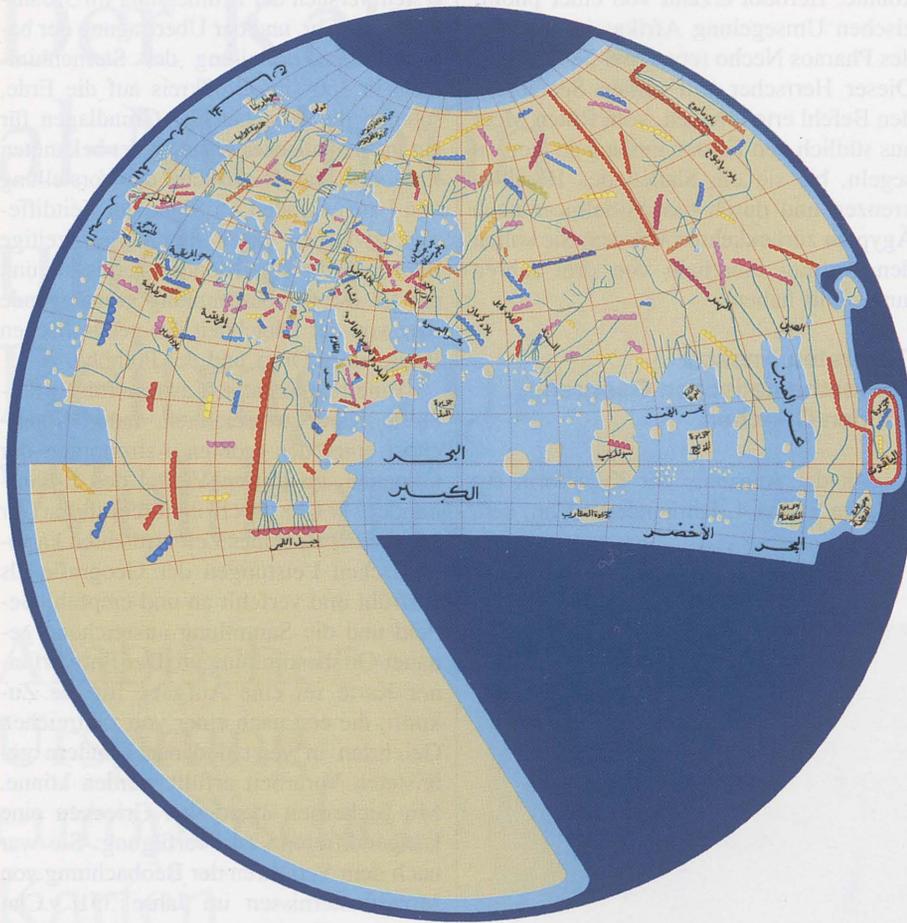


Abb. 2: Rekonstruktion der Weltkarte des Kalifen al-Ma'mun nach den Daten des erhaltenen Koordinatenbuches eines der Ma'mun-Geografen. Ein Vergleich mit der erhaltenen Karte [Abb. 1] zeigt, dass sie im Wesentlichen identisch sind und dass darüber hinaus die Rekonstruktion in mehreren Einzelheiten eine genauere Vorstellung vom verlorenen Original vermittelt als die durch mehrfaches Kopieren veränderte erhaltene Fassung.

der Länge der großen Achse des Mittelmeeres von 63° (zirka 21° zu groß) hat er die Länge der bewohnten Welt auf 180° (immer noch zirka 40° zu groß) reduziert. Allem Anschein nach hat Ptolemaios seinem Werk keine Karte beigelegt. Es erstaunt, dass sein Text das Bild eines zusammenhängenden Festlandes vermittelt, in dem der nördliche Atlantik und der Indische Ozean als Binnenmeere erscheinen.

Die älteste bekannte Weltkarte mit einer globularen Projektion

Die kartografische Leistung des Marinus und die Geografie des Ptolemaios erreichten den arabisch-islamischen Kulturkreis zu Beginn des 9. Jahrhunderts, zu einer Zeit, als sich dieser nicht nur vom Atlantik bis nach Indien erstreckte, sondern in der auch seine Angehörigen bei der Aneignung der von anderen Kulturvölkern übernommenen Wissenschaften bereits an der Schwelle ihrer Kreativitätsperiode standen. Der Kalif al-Ma'mun, der alle Gebiete der Wissenschaften seiner Zeit förderte, erteilte einer großen Gruppe von Gelehrten den Auftrag, eine neue „Geografie“ und eine Weltkarte zu schaffen. Dass sich jene Gelehrten bei ihrer Aufgabe in erster Linie an die Leistungen ihrer griechischen Lehrmeister anzuschließen hatten, versteht sich von selbst.

Von dem als Ergebnis dieses Auftrages geschaffenen Atlas und dem begleitenden geografischen Werk sind zum Glück einige Teile erhalten. Aus der Sicht der Geschich-



Abb. 3: Weltkarte aus der „Geographie“ des Ptolemaios in einer Handschrift aus der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts, rekonstruiert von dem byzantinischen Gelehrten Maximus Planudes. Im Gegensatz zur Ma'mun-Geografie [Abb. 1 und 2] werden hier noch der Indische Ozean und der nördliche Atlantik als Binnenmeere dargestellt.

te der mathematischen Geografie und Kartografie ist von hervorragender Bedeutung, dass die Weltkarte der Ma'mūn-Geografen in einer Kopie aus dem Jahre 1340 in den Achtzigerjahren des 20. Jahrhunderts wieder ans Tageslicht gekommen ist. Sie ist sicherlich eine durch mehrmaliges Abzeichnen ziemlich deformierte Kopie eines einst prachtvollen Originals (Abb. 1). Doch erweist sie sich dank einer erhaltenen Tabelle mit Koordinaten, die gleichzeitig aus der originalen Karte ausgezogen worden waren, als einmaliges kartografisches Monument: Sie trägt eine globulare Projektion. Sie zeigt eine um 15° - 20° reduzierte westöstliche Ausdehnung der bewohnten Welt, gleichzeitig eine um 10° reduzierte Längsachse des Mittelmeers. Von großer Bedeutung ist ferner, dass die marinisch-ptolemaische Vorstellung von einem zusammenhängenden Festland einer neuen Darstellung gewichen ist. Danach wird die bewohnte Welt von einem „Umfassenden Ozean“ umschlossen, den seinerseits ein „Finsterer Ozean“ umgibt. Der Atlantik und der Indische Ozean sind nicht mehr Binnenseen, sondern gehören zu den Teilen des Umfassenden Ozeans (Abb. 2).

Die Bemühungen der Griechen um eine genaue kartografische Darstellung der Erdoberfläche und die zu diesem Zweck verwendeten mathematisch-astronomischen Hilfsmittel, die bei Marinus und Ptolemaios (Abb. 3) ihren Höhepunkt erreicht hatten und gleichzeitig an die Grenze ihrer Entwicklungsmöglichkeiten im eigenen Kulturkreis gestoßen waren, gelangten mit der Arbeit der Geografen des Kalifen al-Ma'mūn in eine neue Periode der Evolution, deren jüngste Stufe wir in unserer Zeit miterleben. Die Erscheinungen einer ununterbrochen fortlaufenden Entwicklung, die sich mir erschlossen haben, habe ich in meinem kürzlich erschienenen Buch *Mathematische Geographie und Kartographie im Islam und ihr Fortleben im Abendland* (Band X-XII meiner *Geschichte des arabischen Schrifttums*) [vgl. Buchtipps S. 30] der Fachwelt zu vermitteln versucht. Auf einige der mir wesentlich erscheinenden Punkte dieses Entwicklungsganges möchte ich im Folgenden hinweisen.

Ausbau der mathematischen Geografie zu einer selbstständigen Disziplin

Die in der islamischen Welt intensiv und mit wissenschaftlicher Akribie betriebene geografische Ortsbestimmung führte im ersten Viertel des 11. Jahrhunderts zum Ausbau der mathematischen Geografie als selbstständige Disziplin. Dieses Verdienst gebührt al-Bīrūnī, einem der

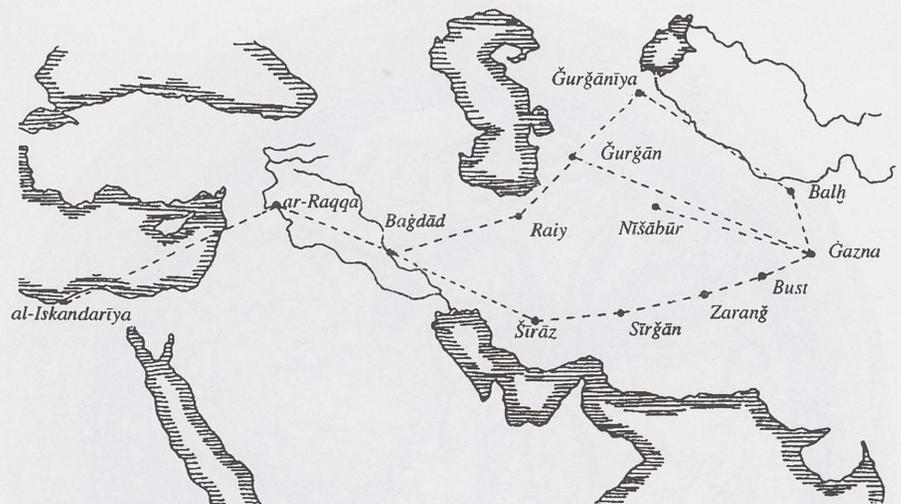
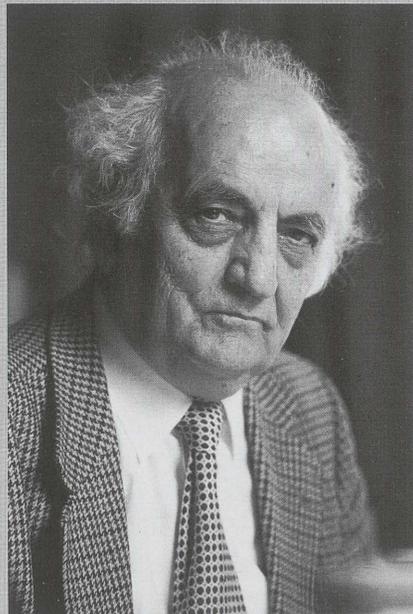


Abb. 4: Schematische Darstellung der von al-Bīrūnī im ersten Viertel des 11. Jahrhunderts vermessenen Strecken und astronomisch ermittelten Breiten zur Berechnung der Längengrade von zirka 60 Orten zwischen Bagdad und Ghazna.

bedeutendsten Gelehrten des arabisch-islamischen Kulturkreises. Er unternahm den in der Geografie-Geschichte einmaligen Versuch, die Längen- und Breitengrade der zwischen Ghazna (im heutigen Afghanistan) und Bagdad liegenden wichtigen Orte (in einem Umkreis von 2 mal zirka 2.000 km) auf der Basis astronomischer Beobachtung, Vermessung von Strecken und der Anwendung der Regeln der sphärischen Trigonometrie zu bestimmen (Abb. 4). Die an den heutigen Werten gemessenen Fehler der von ihm erzielten

Längenangaben von etwa 60 Orten liegen zwischen nur 6 und 40 Minuten. Seine Daten wurden zur Grundlage einer im östlichen Teil der islamischen Welt jahrhundertlang kontinuierlich durchgeführten Ortsbestimmung.

Die im westlich von Bagdad liegenden Teil der islamischen Welt geleisteten weiteren Korrekturen an den Längengraden führten schon in der ersten Hälfte des 11. Jahrhunderts zur Reduzierung der westöstlichen Achse des Mittelmeeres auf 44° bis 45° (heute 42°) und als Folge davon zu ei-



Professor Dr. Fuat Sezgin (75) gründete 1982 das Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften an der Goethe-Universität, dessen ehrenamtlicher Direktor Sezgin noch heute ist. Von

1966 bis 1991 hatte er eine Professur am Institut für Geschichte der Naturwissenschaften an der Goethe-Universität inne. Der in Istanbul geborene Wissenschaftler studierte von 1943 bis 1951 in seiner Heimatstadt Arabistik, Islamkunde, Iranistik und Mathematik. Nach seiner ersten Habilitation (1954) war er zunächst Professor an der philosophischen Fakultät der Universität Istanbul, 1961 bis 1963 unterrichtete er mit Lehraufträgen an den Universitäten in Frankfurt und Marburg. 1965 habilitierte er sich an der Goethe-Universität zum zweiten Mal im Bereich Geschichte der Naturwissenschaften. Von seinem Hauptwerk, der „Geschichte des arabischen Schrifttums“, sind in der Zeit von 1967 bis heute insgesamt 12 Bände erschienen. Daneben ist Sezgin Herausgeber der Publikationen des Instituts auf verschiedenen Gebieten der Geschichte der arabisch-islamischen Wissenschaften. Bis heute sind mehr als 900 Bände erschienen. Sezgin, der Mitglied von Akademien in Ägypten, Syrien, Marokko und Irak ist, war 1978 erste Träger des König-Faisal-Preises für Islamwissenschaften, 1979 wurde ihm die Goethe-Plakette der Stadt Frankfurt verliehen, 1982 das Bundesverdienstkreuz.

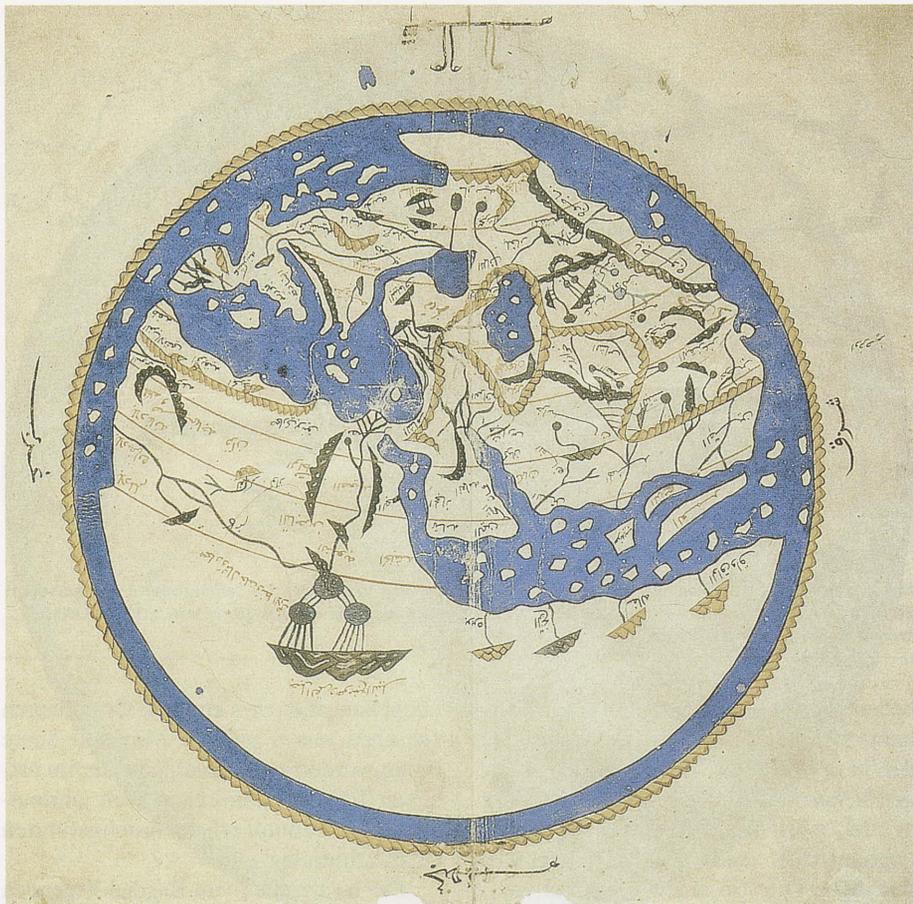


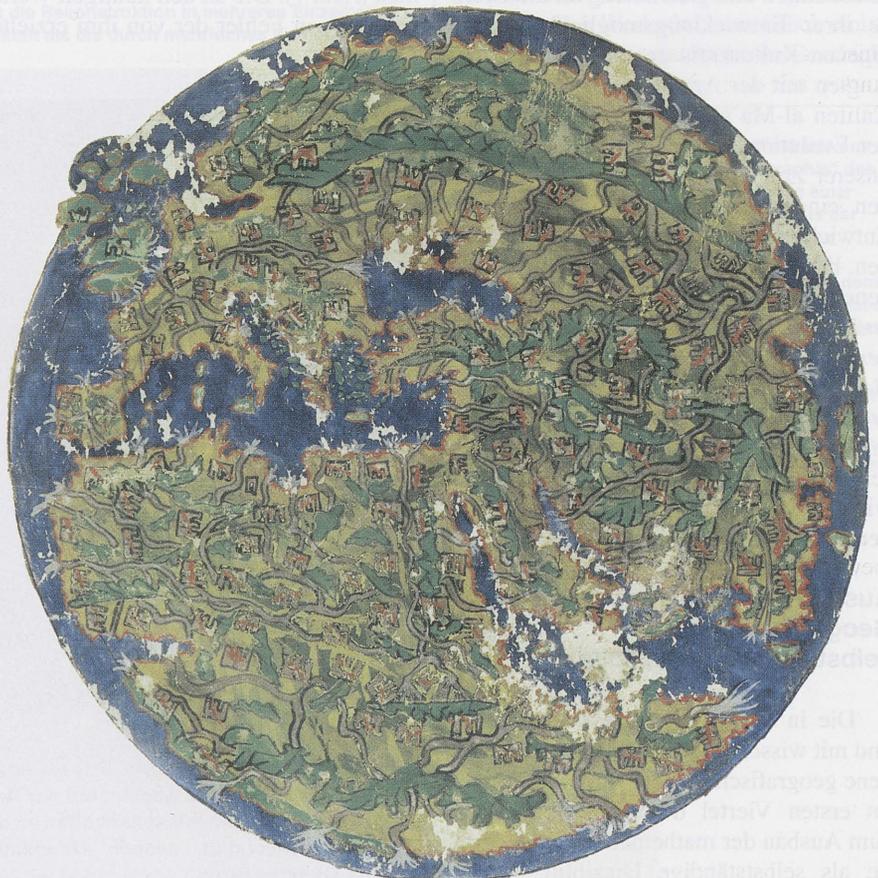
Abb. 5: Weltkarte von al-Idrisī (verfasst 1154), Kopie von 1500. Die Karte geht im Großen und Ganzen auf die Ma'mūn-Karte [Abb. 1 und 2] zurück. Auffallend ist die wesentlich verbesserte Darstellung Nord- und Nordostasiens, die auf die späteren europäischen Asienkarten jahrhundertlang bestimmend gewirkt hat.

Abb. 6: Die älteste bekannte europäische Imitation der Weltkarten der Ma'mūn-Geografen [Abb. 1 und 2] und al-Idrisī's [Abb. 5], erhalten in dem enzyklopädischen Werk „Tresor“ von Brunetto Latini (um 1265), wobei zwischen dem Text des Buches und der Karte als exotischem Fremdkörper keinerlei Beziehung besteht.

ner Verlegung des Nullmeridians in den Atlantik bei $17^{\circ}30'$ westlich der Kanarischen Inseln bzw. $28^{\circ}30'$ westlich von Toledo.

Die ersten arabischen Karten in Europa

Es sind einige arabische und europäische Karten erhalten, die uns die von der Ma'mūn-Geografie ausgegangene Nachwirkung verraten. Dazu gehören die Welt- und Teilkarten des Geografen al-Idrisī (Abb. 5) aus dem Jahre 1154. Die Karten und das geografische Werk dieses aus Ceuta stammenden Adligen, die er in Sizilien im Auftrag des Normannenkönigs Roger II. geschaffen hat, zeigen eine weitgehende Anlehnung an die Karten der Ma'mūn-Geografen, aber auch eine nicht unwesentliche Erweiterung und Verbesserung in Bezug auf das Mittelmeer sowie insbesondere auf Nordost-, Ost- und Zentralasien. Es ist eine in der Kartografie-Geschichte nicht gebührend berücksichtigte Tatsache, dass im südwesteuropäischen Raum um 1265 eine Weltkarte entstanden ist, die sich mit den zeitgenössischen europäischen kartografischen Darstellungen überhaupt nicht im Einklang befindet, sondern eine erstaunliche Ähnlichkeit mit den Weltkarten der Ma'mūn-Geografen und al-Idrisī's aufweist (Abb. 6).



Etwa ein Dritteljahrhundert danach, um die Wende des 13. zum 14. Jahrhundert, trat eine Reihe von Karten zu Tage, die die Formen von Mittelmeer und Schwarzem Meer fast korrekt wiedergeben. Sie wurden, nicht ganz zutreffend, von Kartografie-Historikern Portolankarten genannt. Die Frage ihrer Entstehung wird seit etwa 150 Jahren diskutiert. Nach einigen Gelehrten sollen sie plötzlich entstanden sein; ihre Urheber seien europäische Seefahrer gewesen. Einige weitere Kartografie-Historiker bringen sie mit verschiedenen älteren Kulturkreisen in Verbindung. Joachim Lelewel (um 1850), der erste oder einer der ersten Gelehrten, die die Entstehungsfrage jener Karten diskutiert haben, war beim damaligen primitiven Stand der Kenntnis über die arabische Geografie davon überzeugt, dass jene Karten von der Karte und dem geografischen Werk al-Idrīsī's abhängen (Abb. 7).

Entstehung eines neuen Kartentyps in Europa

Eine umfassende Behandlung dieser Frage im Lichte der Geschichte der mathematischen Geografie und Kartografie des arabisch-islamischen Kulturkreises zeigt, dass nicht nur jene so genannten Portolankarten, sondern auch die europäischen Welt- und Teilkarten, die kurz danach zu erscheinen begannen, bis ins 18. Jahrhundert hinein direkt oder indirekt mit Vorlagen aus dem arabisch-islamischen Kulturkreis zu tun haben. In der kartografie-historischen Forschung wurde sowohl die Entstehung der so genannten Portolankarten, als auch die im Laufe der folgenden Zeit auf den Welt- und Teilkarten erscheinenden Darstellungen von Asien und Afrika, statt in einem großen Zusammenhang, immer nur isoliert für sich, als einzelne Fragen, und in fast totaler Unkenntnis der mathematischen Geografie und Kartografie des arabisch-islamischen Kulturkreises behandelt. Während die Frage der Entstehung der Portolankarten als ungelöstes Rätsel betrachtet wird, erklärt man die auf den Welt- und Teilkarten zum ersten Mal auftretenden bedeutenden neuen Teile der bewohnten Welt und deren topografische Elemente als Leistungen europäischer Kartenmacher, die sie dank Erkundungen von Reisenden und ihrer Reiseberichte erbracht hätten. Nach dieser Vorstellung soll beispielsweise ein in Venedig, in Genua oder auf Mallorca ansässiger Kartenmacher in der Lage gewesen sein, die fast perfekten Konfigurationen des Kaspischen Meeres, der Indischen Halbinsel oder auch eines relativ kleinen Sees wie des Urmiasees nur auf Grund von Reise-

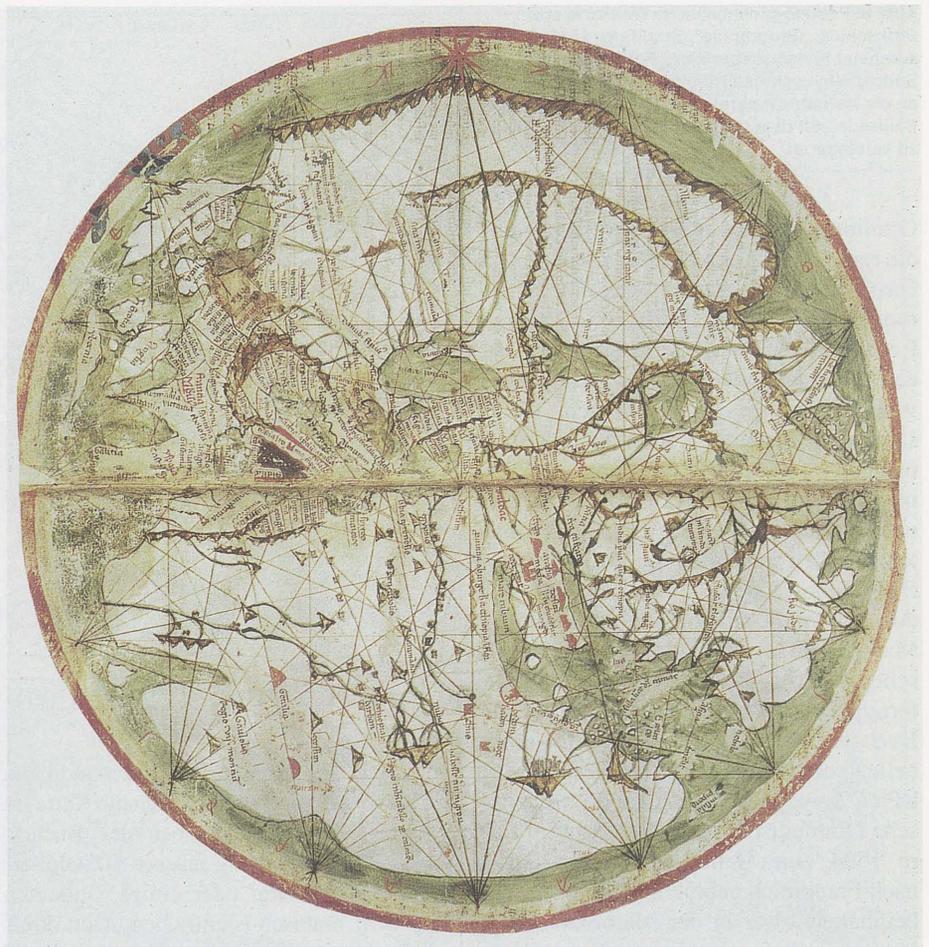


Abb. 7: Weltkarte von Marino Sanuto – Petrus Vesconte (um 1320), eine in den Grundzügen und in Details deutlich erkennbare Imitation der Weltkarte von al-Idrīsī [Abb. 5].

berichten oder Erkundungen von Reisenden zu zeichnen. Schreibt man damit einem Kartenmacher nicht eine übermenschliche Fähigkeit zu, erwartet man von ihm nicht eine Leistung, die er gar nicht erbringen konnte? Wäre es nicht akzeptabler und logischer daran zu denken, dass diesem oder jenem Kartenmacher eine Karte in die Hand gekommen ist, die vor Ort entstanden ist und die dort nur im Verlaufe von Jahrhunderten als Resultat der Arbeit mehrerer Generationen geschaffen werden konnte?

Einfluss der ptolemäischen Geografie auf die Kartografie in Europa

Im letzten Viertel des 15. Jahrhunderts kam durch den Druck der lateinischen Übersetzung der ptolemäischen Geografie eine neue Strömung in die europäische Kartografie. Es gelangten zahlreiche Karten unter dem latinisierten Namen Ptolemäus in Umlauf, die mit dem Inhalt seiner Geografie nicht in vollem Einklang standen (Abb. 8). Diese und sich daran anlehrende Weltkarten, die im Laufe von etwa 50 Jahren entstanden, waren von Gradnetzen überzogen, auf denen die Länge des Mittel-

meeres beispielsweise 63° betrug und die Südspitze der Indischen Halbinsel bei 125° lag. Während sich dieses „ptolemäische“ Gradnetz auf einigen Weltkarten bis zur Mitte des 16. Jahrhunderts und noch einige Jahre danach halten konnte, musste es auf den meisten Weltkarten seit zirka 1510 bei den erwähnten Dimensionen dem Gradnetz der ma'mūnischen Weltkarte weichen, worin die Länge des Mittelmeeres 52° oder 53° und der Längengrad der Südspitze Indiens 115° betrug.

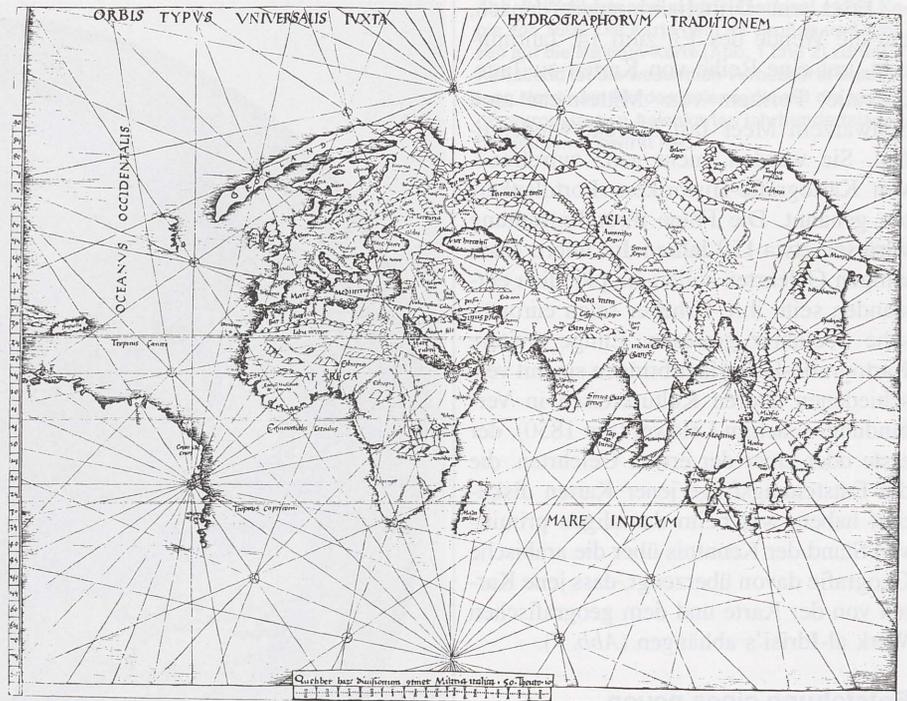
Bruch mit der ptolemäischen Geografie

Eine schlagartige Wirkung hatte die in den Jahren 1560 und 1561 von Giacomo Gastaldi vorgelegte dreiteilige Asienkarte und seine neue Weltkarte. Dieser italienische Ingenieur und Kartograf, der sich etwa 30 Jahre lang dem Zeichnen „ptolemäischer“ Karten gewidmet hatte, veröffentlichte nun Karten völlig anderen Charakters, mit unterschiedlichem Gradnetz, anderen Konfigurationen, neuer Topografie und Toponomie. Wie und woher kam er dazu? Er selbst hat sich dazu nicht geäußert. Einige Jahre später veröffentlichten seine beiden Fachkollegen Abraham

Abb. 8: Pseudo-ptolemäische Weltkarte aus Ptolemaios „Geographie“, Straßburg 1513. Afrika erscheint in nahezu perfekter Form, wogegen Südostasien sehr altertümlich dargestellt ist und an die Ma'mün-Geografie [Abb. 1 und 2] erinnert. Beides ist mit dem ptolemäischen Weltbild nicht zu vereinbaren.

Ortelius (Abb. 9) und Gerard Mercator, die renommiertesten Kartografen der Zeit, Gastaldi's Asienkarte mit gewissen Änderungen bzw. Erweiterungen in eigenen Redaktionen. Welche Kriterien hatten sie dafür anzunehmen, dass die Karte richtig war oder richtiger als die anderen? Woher stammten Gastaldi's Koordinaten? Ortelius glaubte, hinter das Geheimnis gekommen zu sein. Er vermerkte auf der rechten unteren Ecke seiner Karte: „Hiermit bieten wir den geneigten Lesern eine neue Darstellung Asiens, die Jacobus Gastaldus, ein um die Geografie hoch verdienter Mann, gemäß der Tradition des arabischen Kosmographen Abu l-Fidā angefertigt hat.“ Hiermit meinte Ortelius das Buch der vergleichenden Koordinatentabellen des arabischen Geografen Abu l-Fidā (gest. 1331), von dem der französische Orientalist Guillaume Postel im Jahre 1524 eine Handschrift von Istanbul nach Frankreich gebracht hatte. Das Buch beinhaltete zwar in der islamischen Welt längst veraltete, durch korrektere Werte ersetzte Koordinaten, in Europa jedoch wurde der Verfasser in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts als neuer Ptolemaios gefeiert, die Bekanntschaft mit seinem Buch in den Worten „venit divinate in luce ...“ oder „coming divinely to light in our time“ zum Ausdruck gebracht.

In Wirklichkeit hätten weder die Koordinaten des Buches von Abu l-Fidā ausge-



reicht, die Konfiguration der Gastaldikarte zu entwerfen, noch befand sich die Karte im Einklang mit den Angaben des Buches. Nach meiner Meinung müssen Gastaldi eine Übersichtskarte oder einige Teilkarten aus dem arabisch-islamischen Kulturkreis als Vorlage gedient haben. Wie sachgemäß er jene verwendet hat, ist eine Frage für sich. Nicht nur die unrichtige Erklärung, die Ortelius für die Entstehung der Gastaldikarte gegeben hat, erlaubt die Schlussfolgerung, dass jene Geografen, die die führenden Vertreter des Faches zu ihrer Zeit in Europa waren, sich nicht darüber im Klaren waren, wie ihre Vorlagen entstanden sind und woher sie stammten, abgesehen davon,

dass sie nicht wussten, besser gesagt, nicht hätten wissen können, welche der ihnen bekannten Vorlagen der Wirklichkeit am besten entsprach. Ein Kartograf fertigte eine Karte an, aus eigenem Interesse, zu kommerziellem Zweck oder als Folge eines Auftrages, nach einer zufällig zur Verfügung stehenden oder ästhetisch besonders ansprechenden oder auch nach einer aus dem arabisch-islamischen Kulturkreis jüngst hereingekommenen Vorlage. Die Auswahl war beliebig.

Zur Arbeitsweise eines europäischen Kartografen vom 14. bis ins 18. Jahrhundert gehörte es auch, dass er es wagte, eine ihm bekannt gewordene Teilkarte in eine Übersichtskarte oder Weltkarte einzuarbeiten, ohne den Richtigkeitsgrad seines Tuns beurteilen zu können. Die Kartografie-Geschichte des Kaspischen Meeres liefert uns dafür ein interessantes Beispiel. Es erstaunt, dass das Kaspische Meer in fast perfekter Form, wie man sie im 13. Jahrhundert im arabisch-islamischen Kulturkreis erreicht hatte, seit dem 14. Jahrhundert auf Teilkarten in Europa zirkuliert, im 14. und 15. Jahrhundert mit weitgehender Genauigkeit auf europäischen Weltkarten erscheint, im 16. und 17. Jahrhundert dann (mit wenigen Ausnahmen) aus dem Blickfeld der Kartenmacher verschwindet, um im ersten Viertel des 18. Jahrhunderts wieder zur Geltung zu kommen.

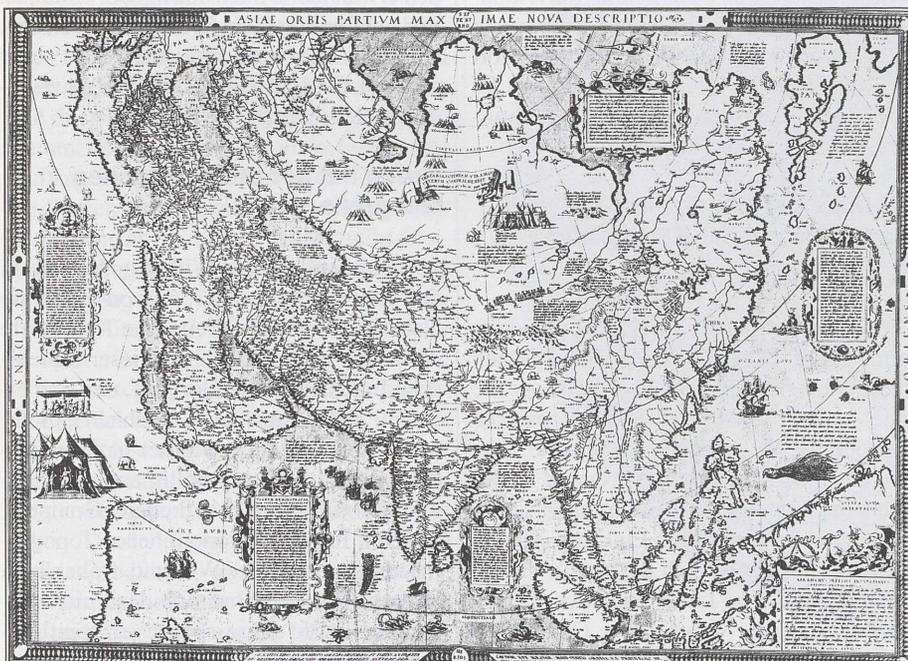


Abb. 9: Asienkarte von Abraham Ortelius (Antwerpen 1567), als neue Redaction der Gastaldi-Karte veröffentlicht. In der rechten unteren Ecke merkt Ortelius an, Gastaldi habe diese Karte in arabischer Tradition ausgeführt.

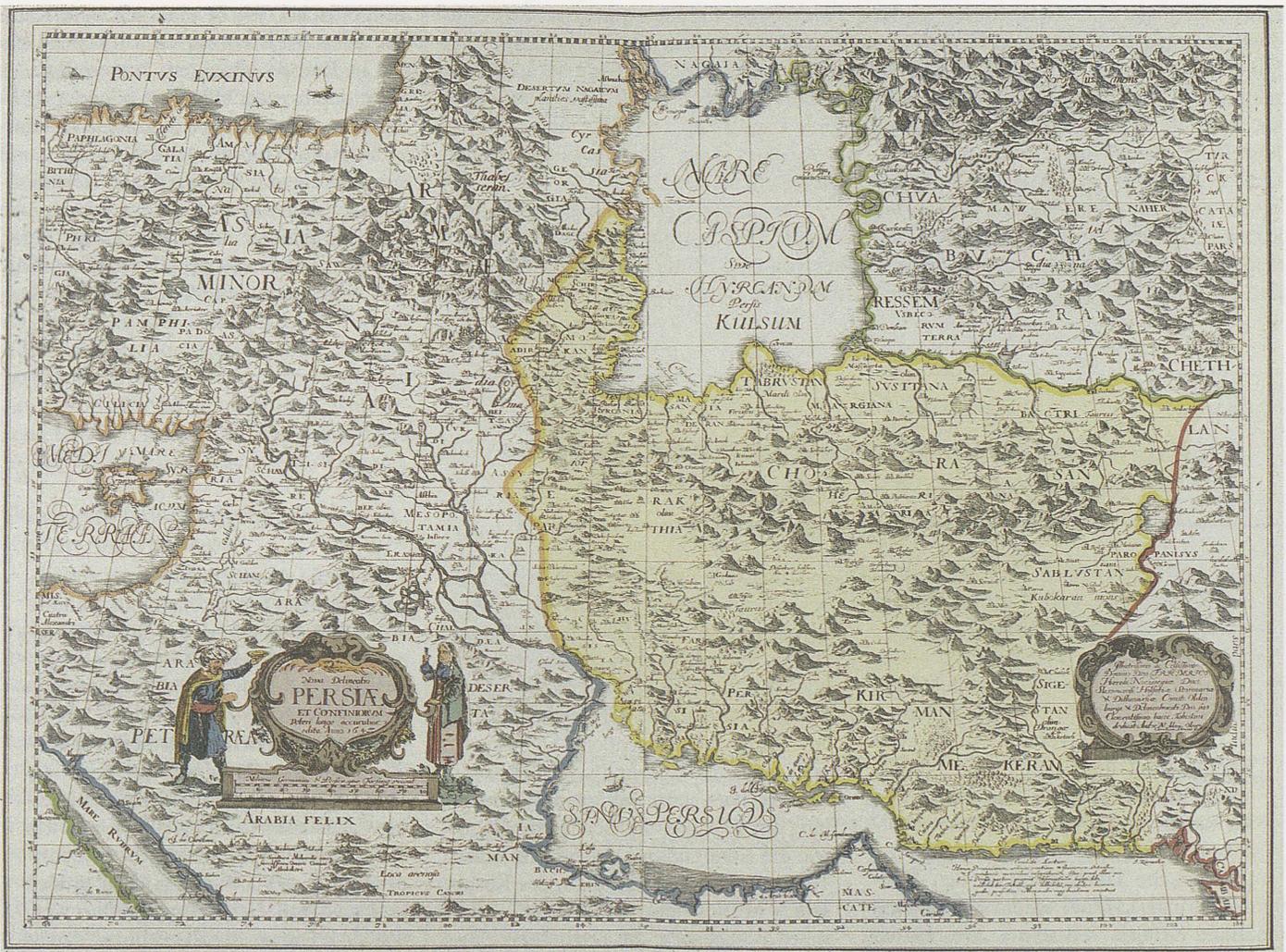


Abb. 10: „Persien und Nachbargebiete“, von Adam Olearius im Jahre 1637 auf Grund von zwei arabischen Teilkarten zusammengefügt und in Lateinschrift übertragen, wie er es in seiner „Vermehrten Moscovitischen und Persianischen Reisebeschreibung“ [Schleswig 1656, S. 434] deutlich zum Ausdruck bringt.

Beziehung von Karten zu Koordinaten in Europa

Diese Feststellung ist eng mit dem Befund verbunden, dass die in Europa angefertigten Karten der alten Welt bis zum 18. Jahrhundert noch nicht nach Koordinaten entworfen waren, sondern durch zeichnerische Übertragung der jeweiligen Vorlagen in zu Grunde gelegte Gradnetze eingepasst wurden. Zwar existierten im Abendland zahlreiche, aus dem arabisch-islamischen Kulturkreis übernommene oder auch in Europa kompilierte Koordinatentabellen, doch blieben sie mit Ausnahme einiger Teile Europas ohne jegliche Wirkung auf die dort entstandenen Karten. Der einzige uns bekannte Versuch, derjenige von Johannes Kepler, zwischen den Koordinaten der ihm bekannten Tabellen und der Darstellung der alten Welt eine Verbindung herzustellen, ist gescheitert.

Allem Anschein nach war Wilhelm Schickard in den dreißiger Jahren des 17.



Abb. 11: Karte von Indien und seinen Nachbargebieten, von dem Holländer Jan Huygen van Linschoten (1596) nach eigener Angabe aus einer orientalischen Vorlage in Lateinschrift übertragen. Topografie und Toponymie der Karte lassen keinen Zweifel daran, dass diese Vorlage eine arabische Karte war.

Jahrhunderts der erste Gelehrte, der zu der Ansicht gelangte, dass die in Europa zirkulierenden Karten der alten Welt, namentlich im Hinblick auf Asien und Afrika, sehr fehlerhaft seien und dass er eine korrektere Karte auf Grund arabischer Ortstabellen und nach Angaben in arabischen geografischen Werken entwerfen könne. Es ist meiner Ansicht nach in diesem Zusammenhang sehr bedeutsam, was der holländische Geograf Willem Jans-

zoon Blaeu im Jahre 1634 an Schickard schrieb: „Was du über die Länge zwischen Alexandria und Rom bemerkt hast, so habe ich nach den Beobachtungen unserer Landsleute immer gemeint, dass es so sei, dass in der Tat ganz Europa zu lang dargestellt wurde“.

Die langjährigen Bemühungen Schickards, die Koordinaten des Tabellenwerkes von Abu l-Fidā kennen zu lernen, um dann mit Benutzung weiterer arabischer

geografischer Werke eine genauere Karte der alten Welt entwerfen zu können als die in Europa gängigen, zeigen, dass er nicht daran gedacht hat, es könne zweckmäßiger sein, aus dem arabisch-islamischen Kulturkreis Karten zu besorgen und sie nach eigener Kompetenz zu veröffentlichen. Zweifellos wusste er so wenig wie seine Vorgänger und seine Nachfolger, wie und unter welchen Bedingungen die in Europa zirkulierenden Karten entstan-

Buchtipps

„Mathematische Geographie und Kartographie und ihr Fortleben im Abendland“

Unter dem Titel „Mathematische Geographie und Kartographie im Islam und ihr Fortleben im Abendland“ präsentiert Fuat Sezgin, Leiter des Frankfurter Instituts für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften an der Goethe-Universität, völlig neue Erkenntnisse über den engen historischen Zusammenhang von Welt- und Teilkarten im europäischen und arabischen Raum. In den zwei Textbänden (Historische Darstellung in den Bänden X und XI) und einem Kartenband (Band XII) als Teil seiner „Geschichte des arabischen Schrifttums“ unternimmt Sezgin einen ersten Versuch, die Geschichte der mathematischen Geografie von der Antike bis ins 18. Jahrhundert darzustellen, indem er die heute bekannten, bedeutenden Leistungen der arabisch-islamischen Geografen und Kartografen intensiv beleuchtet. Zwangsläufig führte ihn das dazu, einige der bisherigen Grundfragen der Kartografie-Geschichte anders zu beantworten. Damit trägt Sezgin erheblich dazu bei, die hervorragende Stellung des arabisch-islamischen Kulturkreises in der Geschichte der Wissenschaften im Detail nachzuweisen.

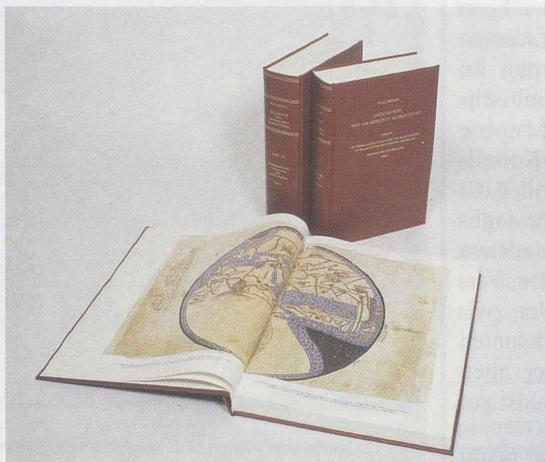
Eine Reihe von Problemen der europäischen Geografie, die seit etwa anderthalb Jahrhunderten diskutiert werden, lassen sich nicht aus der europäischen Tradition, sondern nur im Lichte der seit dem 9. Jahrhundert im benachbarten islamischen Kulturkreis intensiv gepflegten mathematischen Geografie und Kartografie lösen. Dazu gehört die Entstehung oder Herkunft der so genannten Portolankarten mit ihren Liniennetzen, der Ursprung der seit dem 13. Jahrhundert auf europäischen Karten auftauchenden recht akzeptablen und

sich im Laufe der Zeit immer weiter verbessernden Formen Afrikas, die genaue kartografische Darstellung der Dreiecksgestalt des Indischen Subkontinentes oder des zunächst in Gestalt eines „Drachenschwanzes“ und dann in fast korrekter Form erscheinenden Südostasiens oder auch die kartografische Erfassung Madagaskars; kurz gesagt die Darstellung des gesamten Indischen Ozeans sowie die Konfiguration Asiens und seiner Teile wie Russland, Sibirien, des Kaspischen Meeres und der übrigen asiatischen Binnenseen, die Darstellung Arabiens, des Roten Meeres, Persiens, des Persischen Golfes, Anatoliens, des Schwarzen Meeres und der Balkanhalbinsel. Die von arabischen Wissenschaftlern errechneten Längen- und Breitengrade haben kontinuierlich ihren Niederschlag in arabischen Karten und dadurch indirekt auch in europäischen Karten gefunden.

Fuat Sezgin ist es gelungen, viele der bis auf einen kleinen Überrest verlorenen, aus verschiedenen Entwicklungsstufen der arabisch-islamischen

Kartografie stammenden Karten zurückzugewinnen. Dies geschah u. a. mithilfe erhaltener, durch Übertragung oder Abmalen entstandener und bis zu einem gewissen Grad auch modifizierter europäischer Karten.

Zu den Überresten der arabisch-islamischen Kartografie gehören die von Sezgin entdeckte Weltkarte und einige Teilkarten, die im ersten Viertel des 9. Jahrhunderts im Auftrag des Abbasidenkalifen al-Ma'mūn von einer großen Gruppe von Gelehrten geschaffen worden sind. Die als Resultat wohl mehrmaligen Kopierens in einer arabischen Handschrift aus dem Jahre 1340 erhaltene Weltkarte ist in einigen Punkten sicher nicht einwandfrei, doch bildet sie eines der bedeutendsten erhaltenen Denkmale der Kartografie-Geschichte unserer Welt. Mit den aus unterschiedlichen Kulturkreisen stammenden Karten des Kartenbandes untermauert Sezgin seine Überzeugung, dass es einen engen historischen Zusammenhang von Welt- und Teilkarten im europäischen und arabischen Raum gibt.



Fuat Sezgin, *Mathematische Geographie und Kartographie im Islam und ihr Fortleben im Abendland*, gleichzeitig „Geschichte des arabischen Schrifttums, Band X: Historische Darstellung (Teil 1), Frankfurt 2000, XXX, 634 S. Groß-Oktav, Abbildungen, Tabellen; Band XI: Historische Darstellung (Teil 2), Frankfurt 2000, VII, 716 S. Groß-Oktav, Abbildungen, Tabellen, Register; Band XII: Kartenband, Frankfurt 2000, XIV, 447 Karten auf 333 S., Groß-Folio; Gesamtpreis für Abonnenten (Bestellung über das Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften an der Johann Wolfgang Goethe-Universität), 500 DM; Gesamtpreis im Buchhandel 727 DM

den waren. Er hätte in der Tat nicht wissen können, dass diese ursprünglich auf Vorlagen aus der arabisch-islamischen Welt zurückgingen, die unterschiedlichen Entwicklungsstufen entstammten und Europa mehr zufällig durch mannigfaltige Kontakte bei Kriegen, durch Reisende und Seefahrer, durch die Kreuzzüge oder über Botschafter erreicht haben. Zwar gibt es ältere portugiesische, spanische, italienische oder holländische Quellen, die uns zu Spuren dieser Realität führen, doch gelangten sie bisher nicht in adäquater Weise ins Bewusstsein der Kartografie-Historiker oder wurden auch von diesen bisweilen willkürlich interpretiert und in den Bereich der Legende verwiesen.

Bewusste Übertragung arabischer Karten nach Europa

Die Periode der bewussten Übertragung von Karten aus dem arabisch-islamischen Kulturkreis begann wenige Jahre nach dem erwähnten Versuch von Schickard. Nach unserer heutigen Kenntnis war der deutsche Gelehrte Adam Olearius der erste, der unzweideutig angab, Karten aus der arabischen Schrift ins Lateinische übertragen zu haben. Es handelte sich dabei um eine Karte von Persien und eine von Anatolien, welche ihm im Jahre 1637, während seines Aufenthaltes in Schamachia (im Kaukasus), zusammen mit weiteren Teilkarten bekannt geworden waren (Abb. 10). Diese Art der Übertragung von Karten aus dem arabisch-islamischen Kulturkreis intensivierte sich in Paris zwischen zirka 1650 und 1750 und ist damit dem Beginn der kreativen Periode der europäischen Kartografie verbunden. Dabei sehe ich ab von mehrmaligen deutlichen Angaben portugiesischer See-



Abb. 12: „Abbildung des Persischen Reiches aus den Schriften der größten arabischen und persischen Geografen“ von Adrian Reland (Amsterdam, 1705), einem der europäischen Kartografen, die ausdrücklich von ihren orientalischen Quellen sprechen. Der Grund dafür, dass der nördliche Teil des Kaspischen Meeres, der nicht zum Persischen Reich gehörte, auf dem Blatt fehlt, dürfte darin liegen, dass Reland eine persische Karte als Vorlage verwendet hat.

fahrer seit Vasco da Gama, dass sie arabische Karten oder Seekarten gesehen, gekapert, kopiert oder in ihre Heimat gebracht haben, und auch von dem Hinweis des holländischen Kartografen Jan Huygen van Linschoten (Abb. 11), er habe die unter seinem Namen bekannte Karte von Südwestasien und Indien aus einer einheimischen in seine Sprache übertragen.

Die Karten von Olearius, diejenigen der Pariser Schule und viele der vorange-

gangenen Weltkarten bis zum Jahre 1560 führen uns direkt oder indirekt zu einem ihnen zu Grunde liegenden Gradnetz, dessen Nullmeridian $28^{\circ}30'$ westlich von Toledo liegt, wie er ein halbes Jahrtausend früher in der islamischen Welt festgelegt worden war. Hätte man in der Kartografie-Geschichtsschreibung den darauf hindeutenden Spuren in den Gradnetzen der Karten von Adam Olearius, Nicolas Sanson, Adrian Reland (Abb. 12), Guillaume Delisle, Joseph-Nicolas Delisle (Abb. 13), Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville, Emmanuel Bowen, James Rennell und anderen die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt und hätte man einige der in europäischen Sprachen zugänglichen Orts- und Tabellen mit den entsprechenden erhaltenen Karten aus der arabisch-islamischen Welt verglichen, wären dem Fach viele vergebliche Mühen und fruchtlose Diskussionen erspart geblieben.

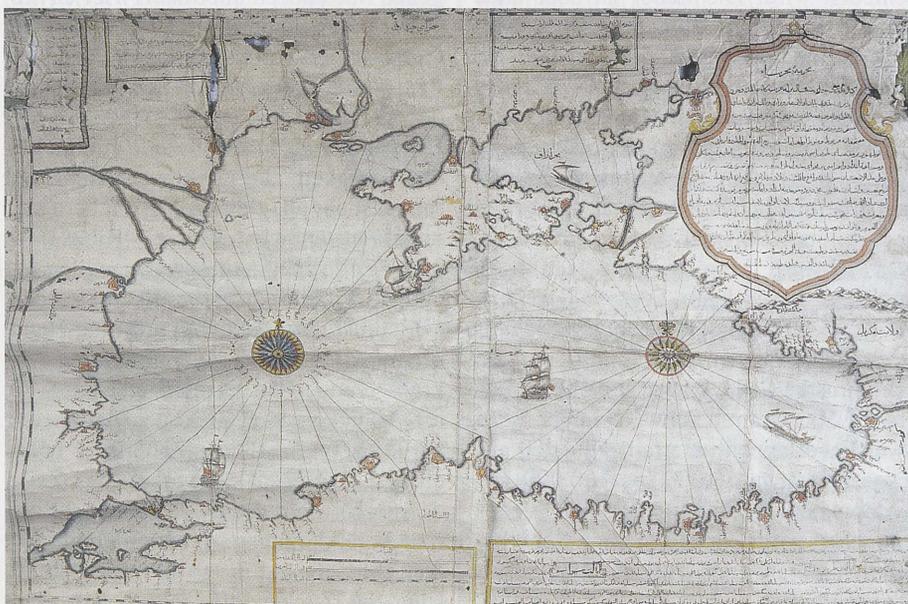


Abb. 13: Genaue osmanische Karte des Schwarzen Meeres, deren Nullmeridian nach arabisch-persischer Tradition $28^{\circ}30'$ westlich von Toledo im Atlantik liegt. Die am Rand angegebenen Längen und Breiten beweisen, dass das Wasserbecken in der Wiedergabe durch die osmanischen Geografen fast perfekte Dimensionen erreicht hat. Der französische Kartograf G. Delisle bediente sich einer Kopie oder des Originals dieser Karte, die vor 1700 nach Paris gelangt war.

Mit Messer und Strahl den Krebs besiegen

Diagnostik und Therapie von Lebertumoren

von Thomas Vogl und Martin Mack

Leberkrebs gehört weltweit zu den häufigsten bösartigen Tumorerkrankungen. Jährlich sterben mindestens 250.000 Menschen an dieser bislang kaum behandelbaren Krebserkrankung, die besonders in Asien und Afrika weit verbreitet ist. Aber auch in Deutschland nimmt sie den zehnten Platz unter den häufigsten Krebserkrankungen ein. Als Hauptrisikofaktoren für die Entstehung des Leberzellkrebsses gelten chronische Leberentzündungen durch Infektionen mit den Hepatitisviren B und C, Verunreinigungen der Nahrung mit Chemikalien, vor allem der als Aflatoxine bezeichneten Schimmelpilze, und chronischer Alkoholmissbrauch. So haben Menschen, die mit Hepatitis B-Viren infiziert sind, ein etwa hundertmal größeres Leberkrebsrisiko als Nichtinfizierte. Bis zum Auftreten von Krankheitssymptomen können jedoch mehrere Jahrzehnte – im Schnitt 20 bis 30 Jahre – vergehen, in denen weitere Faktoren das Erkrankungsrisiko beeinflussen können. Hepatitisviren befallen Leberzellen und vermehren sich in ihnen. Das Immunsystem versucht die Viren unschädlich zu machen, indem es die befallenen Leberzellen abtötet. Die Leber ist zwar ein Organ mit einer ungewöhnlich hohen Regenerationsfähigkeit: Auch wenn man drei Viertel des Organs operativ entfernt, wächst sie wieder vollständig nach. Übermäßiger Alkoholgenuß oder eine Virusinfektion können die Leber jedoch unwiderruflich schädigen. Komplikationen wie innere Blutungen, Wasseransammlungen in der Bauchhöhle, ein Leberkoma, Leberzirrhose, Leberkrebs und schließlich Leberversagen sind mögliche Folgen.

Kein Leben ohne Leber

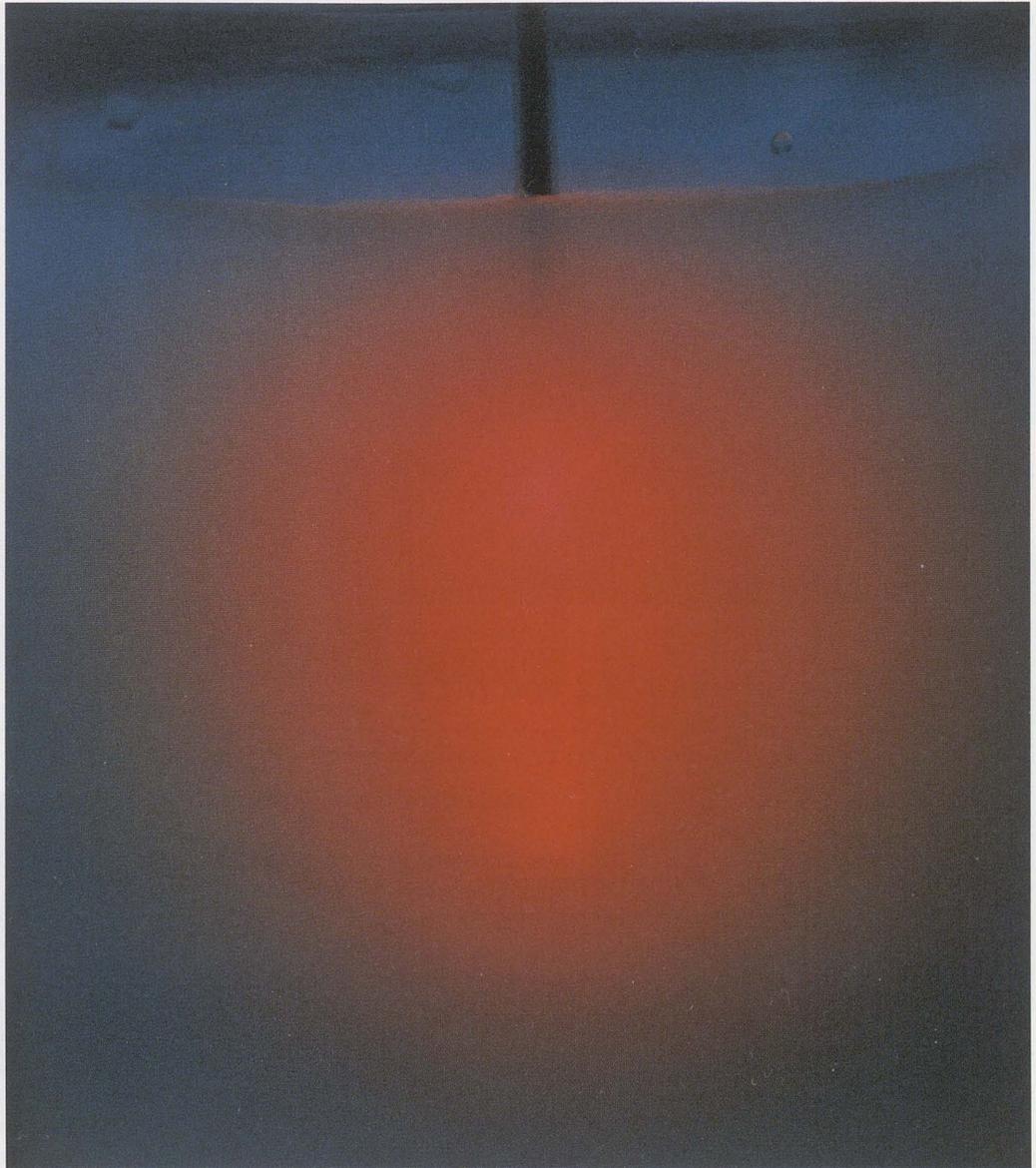
Die Leber ist neben verschiedenen anderen Aufgaben für die Entgiftung des Blutes von biochemischen „Sondermüll“ zuständig. Sie fungiert dabei gewissermaßen als Filter zwischen Umwelt und dem Körper. Das Blut wird über die Pfortader aus dem Darm zur Leber geleitet. Auf seinem Weg durch dieses Organ strömt es in zahllosen feinen Kanälen an den Leberzellen vorbei, die dabei die Zusammensetzung des Blutes prüfen und Giftstoffe gegebenenfalls entfernen. Verschiedene Zelltypen tragen zu dieser „Wächterfunktion“ der Leber bei: Perivense Zellen binden und entgiften auf diese Weise Ammonium-Ionen, harnstoffbildende Zellen bauen Ammoniumionen zu Harnstoff um, der über die Niere ausgeschieden wird. Die Leber ist aber auch für die Säureregulation des Blutes von großer Bedeutung. Je nachdem wie die Ammoniumionen entsorgt werden, wird Hydrogencarbonat, der Gegenspieler der Säuren im Blut, verbraucht oder eingespart. Dieses fein abgestimmte Zusammenarbeiten ist bei vielen Leberkrankheiten gestört, zum Beispiel der Leberzirrhose, was schwere Vergiftungserscheinungen zur Folge haben kann. Diese äußern sich als Konzentrations-, Gedächtnis-, Schlafstörungen, Verwirrtheit und – im schlimmsten Fall – Bewusstlosigkeit. Die etwa 1.500 Gramm schwere Leber ist in zwei Leberlappen unterteilt, die sich aus insgesamt etwa 50.000 bis 100.000 Leberläppchen zusammensetzen. Jedes Läppchen wird von zahlreichen Leberkapillaren durchzogen, dessen Wände aus Endothelzellen und den von-Kupffer-

Sternzellen bestehen. Letztere sind ebenfalls an „Aufräumaktionen“ in der Leber beteiligt: Sie nehmen Zelltrümmer, Bakterien, Fremdstoffe auf und speichern sie.

Unterschied Leberzelle – Krebszelle

Wie unterscheidet sich eine gesunde Leberzelle von einer Krebszelle? Übereinstimmend zeigen Vorstufen von Leberzellen spezifische Veränderungen im Erscheinungsbild, die unabhängig von der eigentlichen Ursache der Erkrankung – Virusinfektionen, Alkoholmissbrauch, Aflatoxinvergiftung – sind. Schon lange vor der Ausbildung der endgültigen Krebszelle speichern einige Leberzellherde nach einer Infektion mit Hepatitisviren oder einer Vergiftung durch kreberzeugende Substanzen übermäßig viel Glykogen. Dieses dient als Kettenmolekül der Glukose in normalen Leberzellen als Energiespeicher und zur Feinregulierung des Blutzuckerspiegels. Während der Umwandlung zur Krebszelle nimmt deren Fähigkeit zur Glykogenspeicherung immer mehr ab, gleichzeitig reichern sich membranständige oder freie Ribosomen in der Zelle an. An diesen Organellen findet die Proteinbiosynthese statt. Andere Vorläuferzellen reagieren auf eine Hepatitisinfektion oder die Einwirkung von kreberzeugenden Substanzen, indem sie die Fähigkeit zur Glykogenspeicherung verlieren und sich die Zahl ihrer Mitochondrien, der „Kraftwerke“ der Zelle, drastisch erhöht. Beide Arten der zellulären Veränderungen deuten darauf hin, dass die Zelle auf die frühzeitige Entgleisung der Zuckerstoffwechsels mit einer

Hitze kann lebenden Zellen großen Schaden zufügen. Bei der laserinduzierten Thermotherapie nutzen Krebsmediziner die Wärme des Laserlichts, um Krebszellen zu zerstören.



Stoffwechselanpassung reagiert, indem sie entweder die Energiezufuhr erhöht (Mitochondrienzunahme) oder einen höheren Stoffwechselumsatz sicherstellt (Ribosomenzunahme).

Krebsprävention

Ansatzpunkte zur Verhütung (primäre Prävention) und Behandlung des primären Leberzellkrebses sind die Bekämpfung der Hepatitisinfektionen, die Vermeidung von Aflatoxinen und die Vorbeugung gegen Alkoholismus. Aber auch die Ausbalancierung des Hormonhaushaltes könnte sich als wirksame Verhütungsmaßnahme erweisen, da zum Beispiel Diabetiker ein erhöhtes Leberkrebsrisiko haben. In der sekundären Leberkrebsprävention ist es „überlebenswichtig“, den Leberzellkrebs so früh wie

möglich zu erkennen. Dazu dienen bildgebende Verfahren, deren Auflösungsvermögen derzeit den Nachweis von Krebsherden und -vorstufen mit einem Durchmesser von ein bis zwei Millimeter ermöglicht. Je nach Art und Größe des Leberkrebses stehen verschiedene Behandlungsverfahren zur Verfügung: Operation, Chemotherapie, aber auch so genannte minimal invasive, das heißt den Patienten maximal schonende Behandlungsverfahren wie die Lasertherapie.

Diagnostik von Leberkrebs

Das wichtigste Instrument zur Untersuchung der Leber ist – weil am weitesten verbreitet – der Ultraschall. Diese Methode garantiert eine hohe Ortsauflösung, ist allerdings hinsichtlich ihrer Aussagekraft sehr abhängig von der Er-

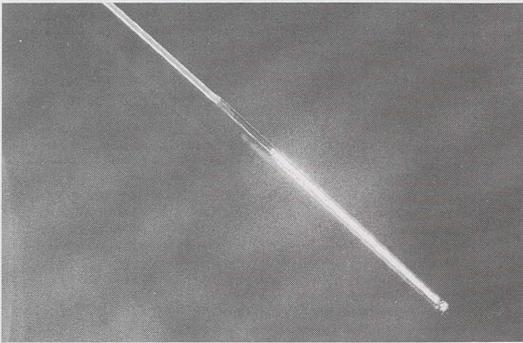
fahrung des Untersuchers. Außerdem erschweren verschiedene anatomische Gegebenheiten, zum Beispiel Fettgewebe oder starke Darmgasansammlungen, die Untersuchung. Krebsherde mit einer Größe unter fünf Millimeter sind nicht immer sicher zu erkennen. Als häufigste Befunde in der Ultraschalldiagnostik finden sich gutartige Veränderungen der Leber, zum Beispiel Zysten (mit Flüssigkeit gefüllte Hohlräume), Blutschwämme (Hämangiome), Verkalkungen. Daher ist es schwierig, bösartige Lebertumoren von diesen gutartigen Tumoren zu unterscheiden.

Deshalb haben radiologische Untersuchungsverfahren wie die Computertomographie (CT) und die Magnetresonanztomographie (MRT) eine große Bedeutung erlangt. Die computertomographische Diagnostik der Leber und des Bauchrau-

HÜTTINGER - Ihr Partner in der LITT

LITT-Faserapplikator für gespülte Systeme

Laserinduzierte interstitielle Thermotheapie (LITT) für die minimalinvasive Tumorbehandlung mit Laserlicht

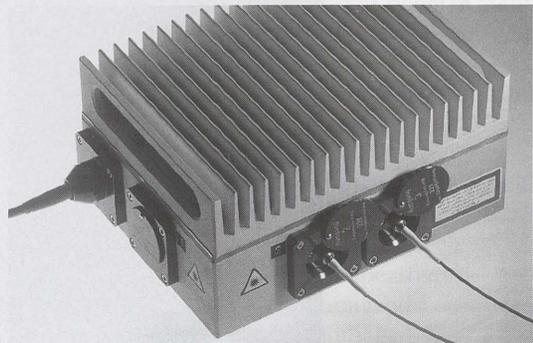


- 8 verschiedene, unterschiedlichen Therapien angepasste Fasertypen
- Verlustfreie Leistungsübertragung auch über lange Distanzen (12m)
- Kernspinkompatible Applikatoren
- Marker im Kernspin gut sichtbar
- Lichtabstrahlungscharakteristik unabhängig von Gewebeat
- Spezialfaser Mikrodom für Einsätze mit höheren Leistungen bis zu 25 W

Laserstrahlteiler MY2 und MY4

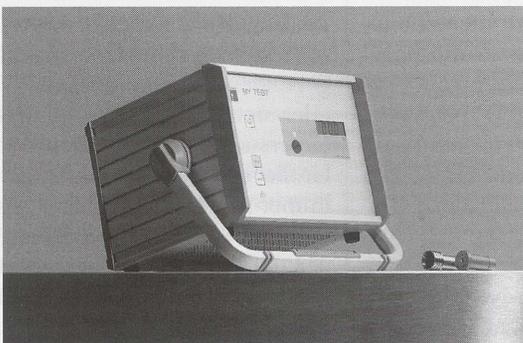
Gleichzeitige Applikation von bis zu 4 Laserfasern bei nur einer Laserlichtquelle

- Optimale Nutzung des Lasergerätes
- Reduzierung der Behandlungszeit durch Mehrfachapplikation
- Einfache Bedienung
- Zuverlässige Handhabung



Laserleistungsmeßgerät MY TEST

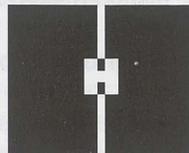
Das universelle, kostengünstige und flexible Gerät für alle gängigen, kontinuierlich strahlenden Lasergeräte in der Medizin



- Messung der distalen Laserleistung aller Laserapplikatoren
- Schnelle, direkte und präzise Messung mit integriertem, sphärischem Meßempfänger
- Ermittlung der Laserleistung für unterschiedlichste Fasertypen
- Netz- und Akkubetrieb

Bitte fordern Sie unser Informationsmaterial an

HÜTTINGER



Hüttinger Medizintechnik
 GmbH + Co. KG
 Am Gansacker 1b
 D-79224 Umkirch
 Telefon (07665) 98 02-0
 Telefax (07665) 98 02-37
www.huettinger-mt.com



Abb. 1: Makroskopische Darstellung einer laserinduzierten Gewebekretisierung.

mes ist heute eine der am häufigsten angewandten Untersuchungsmethoden. Bei diesem bildgebenden Verfahren wird die Leber mithilfe eines Röntgensichtverfahrens in dünnen Schichten untersucht. Mit einem Kontrastmittel können die Lage, das Durchblutungsverhalten und Gewebeeigenschaften eines Tumors innerhalb der Leber und des Bauchraumes genau dargestellt werden.

Eine Weiterentwicklung der Computertomographie ist die Magnetresonanztomographie, ein Verfahren, das nicht-invasiv einen Einblick in Stoffwechselvorgänge des untersuchten Gewebes erlaubt. Es beruht auf dem Eigen-Drehimpuls (Kernspin) bestimmter Atomkerne, zum Beispiel des Wasserstoffs. Die elektrische Ladung eines Atoms bedingt gemeinsam mit seinem Kernspin ein magnetisches Moment, das sich in einem Magnetfeld ausrichtet und durch Radiowellen bestimmter Frequenzen gekippt werden kann. Bei ihrer Rückkehr in den Grundzustand strahlt der Atomkern ein Kernresonanzsignal ab. Dessen Analyse liefert Informationen zum Beispiel über Substanzkonzentrationen oder die Durchblutung des Tumorgewebes. Da Tumorgewebe in der Regel stark durchblutet ist, lässt es sich auf diese Weise vom gesunden Gewebe abgrenzen. Vorteil dieser Methode ist seine hohe Auflösung, wodurch selbst kleine Tumoren entdeckt und charakterisiert werden können. Die Magnetresonanztomographie stellt daher das derzeit empfindlichste Untersuchungsverfahren zur Früherkennung und Einschätzung von Lebertumoren dar.

Lebertumoren – Lebermetastasen

Bei der Diagnose Leberkrebs müssen prinzipiell zwei verschiedene Krankheitsbilder unterschieden werden: primäre Tumoren, die in Leberzellen ihren Ausgang nehmen, und Lebermetastasen. Lebermetastasen sind Tochtergeschwülste bösartiger Tumoren, die in der Leber wachsen. Prinzipiell können alle bösartigen Tumoren Metastasen in die Leber setzen, bestimmte Tumoren metastasieren dort allerdings bevorzugt, darunter Darmkarzinome und Tumoren der weiblichen Brust. Zu den primären, lebereigenen Tumoren gehören das so genannte hepatozelluläre Karzinom (HCC), das cholangiozelluläre Karzinom (CCC), das von den Gallenwegen ausgeht, sowie weitere, seltene Tumoren. Das hepatozelluläre Karzinom (HCC) entsteht häufig als Folge einer chronischen Leberentzündung, wie chronische Hepatitis C und B.

Behandlungsstrategien bei Lebermetastasen

Die therapeutische Strategie bei Lebermetastasen ist im Wesentlichen abhängig von der zu Grunde liegenden Primärerkrankung. Lebermetastasen eines Darmkarzinoms (kolorektales Karzinom) werden in der Regel chirurgisch entfernt, vorausgesetzt es handelt sich um ein frühes Stadium. Alternativ dazu ist eine laserunterstützte lokale Abtragung des Tumorgewebes möglich. Größere Lebermetastasen werden zusätzlich mit einer Chemotherapie behandelt, die Lebermetastasen ver-

- Anzahl der Leberkrebsherde nicht größer als 5
- Durchmesser der Metastasen kleiner gleich 5 cm
- kein Metastasenbefall außerhalb der Leber
- Einverständnis zu Eingriff und Nachkontrollen
- Intaktes Blutgerinnungssystem

Abb. 2: Anwendung der minimal invasiven laserinduzierten Thermotherapie (LITT) bei Lebertumoren.

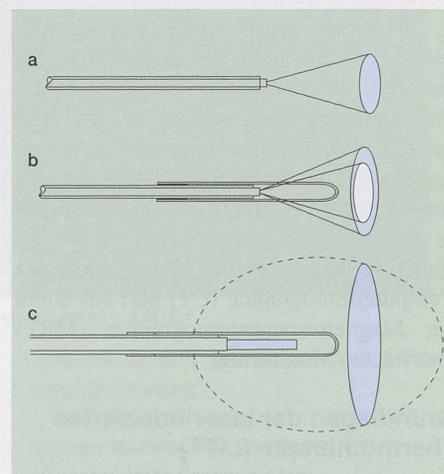


Abb. 3: Schematische Darstellung der Laserapplikatoren, die bei der laserinduzierten Thermotherapie verwendet werden. Darstellung der Einstrahlungsgeometrie: Bare fiber (a) und die zwei Applikator-Grundvarianten (b, c).



Abb. 4: Optische Darstellung der Laserapplikatoren.

kleinern und bei kleinen Herden auch vollständig vernichten kann. Größere Metastasen müssen aber häufig zusätzlich auch lokal mit einer Lasertherapie behandelt werden, um die Metastasen vollständig abzutöten. Handelt es sich bei dem Primärtumor um ein Mammakarzinom, treten Lebermetastasen oft erst dann auf, wenn bereits der ganze Körper befallen ist. Eine oder wenige kleine Metastasen können

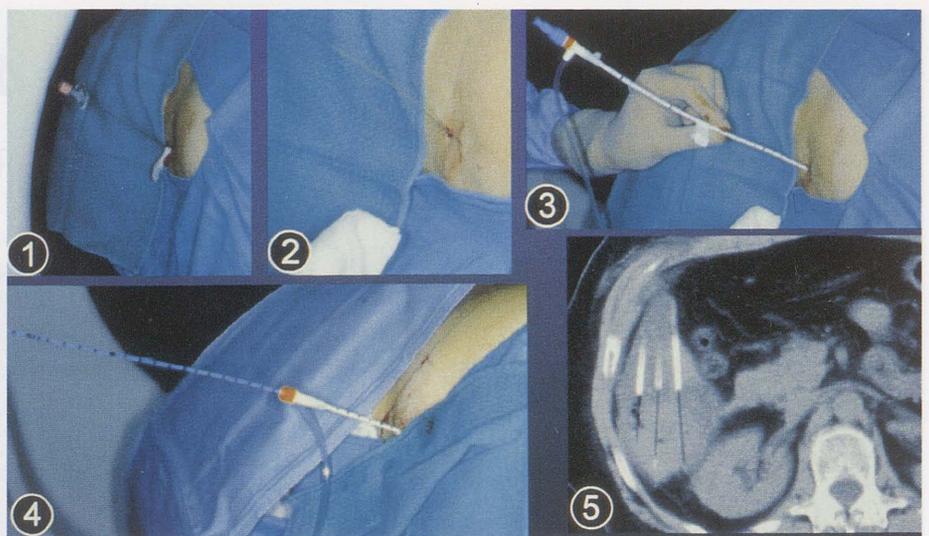
chirurgisch entfernt werden, in der Regel mithilfe der Lasertechnik. Zusätzlich muss eine systemische Chemotherapie mit verschiedenen Substanzen und eine Hormontherapie durchgeführt werden, um ein Rezidiv zu verhindern.

Tumoren wie das hepatozelluläre Karzinom werden in der Regel chirurgisch entfernt. Zusätzlich werden örtliche Abtragungsverfahren wie die laserinduzierte Thermotherapie (LITT) angewendet, bei größeren Tumoren auch kombiniert mit der transarteriellen Chemoembolisation (TACE), das heißt einer isolierten Chemotherapie der Leber. Technisch wird dabei ein Katheter in die den Tumor versorgende Leberarterie eingeführt und das Chemotherapeutikum direkt injiziert.

„Minimal invasive Techniken“ garantieren dem Patienten eine Behandlung bei minimaler Belastung. Das Verfahren der laserinduzierten Thermotherapie zum Beispiel führt zu einer thermischen Zerstörung von Tumoren (Abb. 1). Die dabei auftretenden Gewebeeränderungen werden mithilfe verschiedener radiologischer Untersuchungsverfahren wie der Sonographie, der Computertomographie (CT) und vor allem die Magnetresonanztomographie (MRT) überwacht (Monitoring).

Grundlagen der laserinduzierten Thermotherapie (LITT)

Hitze kann lebenden Zellen großen Schaden zufügen. So überlebt der menschliche Körper hohes Fieber mit Temperaturen über 42 Grad Celsius nur kurze Zeit. Die Vorteile dieser zerstörerischen Kraft nutzen Krebsmediziner bei der klassischen Hyperthermie. Durch gezielte Überwärmung lassen sich bösartige Tumoren eindämmen und die Wirksamkeit anderer Behandlungsformen verbessern (Abb. 2). Bei der laserinduzierten Thermotherapie wird der hypertherme Effekt um einen koagulativen Effekt ergänzt. Photonen dringen bei dieser Methode tief in das Gewebe ein (Abb. 3 und 4) und führen dort über Absorptions- und Wärmeleitungsprozesse zum erwünschten Effekt der Denaturierung (Zerstörung) der Proteine und zur Koagulation (Verschmelzung). Die Zelle kann Schäden an wichtigen Zellbestandteilen schon nach kurzer Überhitzung nicht mehr ausreichend reparieren oder ausgleichen. Normale Zellen sind weniger wärmeempfindlich als Krebszellen. Deren erhöhte Empfindlichkeit beruht auf einem veränderten Stoffwechselstatus auf Grund einer permanenten Sauerstoffunterversorgung. Mithilfe der MRT kann – wie in mehreren Studien gezeigt werden konnte – unter Einsatz einer speziell entwickelten Technik zur Temperaturmessung die The-



- Lokalisation des Befundes und Festlegung des Zugangsweges (Punktionstiefe, Punktionswinkel) (Bild 1)
- Lokalanästhesie und Punktion unter CT-Kontrolle (Bild 2)
- Einführung des Führungsdrahtes und Entfernung der Punktionsnadel (Bild 2)
- Erweiterung des Punktionskanals und Einlage der Schleuse (Bild 3 und 4)
- MR-Kontrolle von Schleuse und Hüllkatheter
- Einführen des Laserapplikators in den Hüllkatheter
- Start der Laserung unter Kontrolle der Therapie durch spezielle Temperaturmessungen und MR-Abschlußkontrolle
- Entfernung des Laserapplikators und des Hüllkatheters, Wundverschluss mit Fibrinkleber, um Blutungen und das Verschleppen von Krebszellen über das Blutssystem zu vermeiden
- Nach Abschluß der Untersuchung ambulante Überwachung des Patienten für 6 Stunden
Ambulante MR-Abschlußkontrolle

Abb. 5: Durchführung einer laserinduzierten Thermotherapie.

rapie kontrolliert werden. Dadurch gelingt es, wichtige Gefäß- und Nervenstrukturen zu schonen und Komplikationen zu minimieren (Abb. 5).

Im Vergleich zur klassischen Hyperthermie werden bei der laserinduzierten Thermotherapie wesentlich höhere Temperaturen – zwischen 60 und 110 Grad Celsius – erreicht, die den Tumor über Prozesse der Protein-Denaturierung und Koagulation zerstören. Die Vorzüge dieses minimal invasiven onkologischen Therapieverfahren beruhen auf seiner exakten Steuerbarkeit sowie Überwachung in Echtzeit mithilfe der Magnetresonanztomographie. Dieses Abbildungsverfahren ermöglicht es, die räumliche Temperaturverteilung in mehreren Ebenen zu veranschaulichen und den Blutfluss an-

grenzender Gefäße wie Arterien, Venen und Gallenwegen darzustellen. LITT ist darüber hinaus ambulant durchführbar. Schwere Nebenwirkungen wie Entzündungen treten in weniger als zwei Prozent der Eingriffe auf. Damit sind auch für onkologische Patienten längere stationäre Aufenthalte nicht mehr unbedingt nötig (Abb. 6). Weitere Therapieentwicklungen sind ausgerichtet auf die Kombination MR-gesteuerter Interventionsverfahren mit chirurgischen Therapieverfahren, der Chemotherapie oder der Röntgenbestrahlung.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert derzeit eine bundesweite Studie mit einer Million Mark, mit der überprüft werden soll, ob die laserinduzierte Thermotherapie als weniger

Sicherer Behandlungserfolg

mit Dornier *Medilas fibertom 5100* und
Gekühltem Power Laser Applikations System von **SOMATEX®**

Dornier *MedizinLaser* und **SOMATEX®** – Partner für optimierte Laserinduzierte Interstitielle Thermotherapie (LITT®)

Germering/Rietzneuendorf – Die Lasertechnologie in der Medizin wird seit Jahren konsequent weiterentwickelt. Speziell in der Behandlung von Leber- und Weichteiltumoren eröffnen sich durch die LITT® neue, sanfte Therapie-Methoden, mit denen hervorragende Behandlungsergebnisse erzielt werden.

Dornier *MedizinLaser* setzt technologische Standards für thermische Medizinlaser

In der Nd:YAG Technologie vereinen sich jahrelange Erfahrung und konsequente technologische Weiterentwicklung in dem Gerät Dornier *Medilas fibertom 5100*.

Tumoren minimal invasiv unschädlich machen

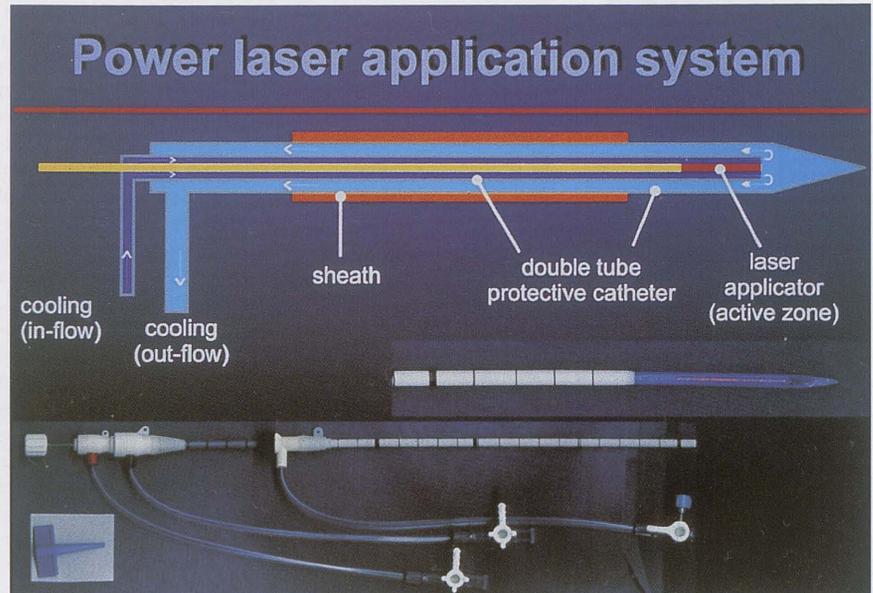
Speziell durch die LITT®, die Laserinduzierte Interstitielle Thermotherapie, wird die minimal invasive Koagulation von Tumoren möglich. Hauptziel von Forschung und Entwicklung in diesem Feld ist die Erweiterung bzw. Optimierung des Heilungsradius pro Punktion mit dem Laser. Ebenso ist die exakte Positionierung des Applikators im menschlichen Gewebe für den erfolgreichen Verlauf der Behandlung von größter Bedeutung.

Das Ergebnis jahrelanger Forschung und Erprobung

Das Unternehmen **Somatex®** hat in jahrelanger Forschung und Zusammenarbeit mit Prof. Vogl*, Dr. Mack* und dem LMTB+, das **Gekühlte Power Laser Applikations Set** für die Behandlung von Leber- und Weichteiltumoren entwickelt. Das Set besteht aus Materialien, die die millimetergenaue Bestimmung seiner Position in der Läsion mit Ultraschall, CT und/oder MR möglich machen.

Die Sicherheit des Patienten hat höchste Priorität

Neben der konsequenten Verfeinerung des Spektrums der technischen Möglichkeiten durch verbesserte Technologien, steht der größtmögliche Schutz des Patienten während der Behandlung im Fokus der Entwickler-Interessen. So ist die Lichtleitfaser innerhalb des Katheters während der Bestrahlung des zu behandelnden Gewebes von einem konstanten



Gekühltes Power Laser Applikations Set nach Vogl* / Mack* / LMTB+

Spülstrom umgeben, was die Zuführung höherer Lichtenergien und somit eine Vergrößerung der geschädigten Gewebezone ohne die Überhitzung des Applikatorsystems selbst möglich macht.

Zudem erkennt das patentierte Light Guide Protection System (LPS) – welches sowohl im Neodym:YAG – als auch im Diodenlaser von Dornier integriert ist – bei eventueller Überhitzung erste Anzeichen von Karbonisation am Lichtleiter und unterbricht die Laserstrahlung vor einem Abtrennen der Faserspitze im Patienten.

Natürlich garantiert dieser Sicherheits-Standard auch dem behandelnden Arzt einen risikoarmen,

sauberen Eingriff und somit einen höheren Behandlungserfolg.

Dornier *MedizinLaser* und **Somatex®** – das integrierte Gesamtsystem

Speziell für die LITT® von Leber- und Weichteiltumoren geht das **Gekühlte Power Laser Applikations Set** aus dem Hause **Somatex®** mit der ausgereiften **Dornier Laser**-Technologie eine perfekte Synthese ein. Umfangreiches Zubehör erweitert darüber hinaus die Einsatzmöglichkeiten in Klinik und Praxis.

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an:

Dornier *MedizinLaser*

Dornier *MedizinLaser* GmbH
Herr Dr. Rheinwald
Industriestr. 17
82110 Germering
Tel.: 089-84108-0
Fax.: 089-84108-665

eMail: markus.rheinwald@domedtech.de
Internet: www.dml-lasers.com



Dornier *Medilas fibertom 5100*

SOMATEX®

Medizintechnische Instrumente GmbH
Herr Rein / Frau Schlicht
Schlossstrasse 1
D-15910 Rietzneuendorf/b. Berlin
Tel.: ++49 (0) 354 77-210
Fax: ++49 (0) 354 77-299
eMail: a.schlicht@somatex.com
Internet: www.somatex.com



Professor Dr. Thomas J. Vogl (42) studierte von 1976 bis 1982 Humanmedizin an der Universität München, wo er ein Jahr später promovierte. Er arbeitete bis zur Beendigung seiner Facharztausbildung 1989 (Arzt für Radiologie mit Fachkunde für Strahlentherapie) als wissenschaftlicher Assistent an der Radiologischen Klinik am Klinikum Großhadern in München und war dann als Oberarzt an der Radiologischen Klinik des Klinikum Innenstadt der Universität München tätig. Dort habilitierte er sich 1990. Zwei Jahre später wechselte Thomas Vogl in der Funktion

eines leitenden Oberarztes von der Isar an die Spree: Am Klinikum Rudolph Virchow der Charité in Berlin wurde er 1993 zum Professor für Allgemeine Radiologie ernannt, wo er drei Jahre später die Zusatzqualifikation „Arzt für Neuroradiologie“ erwarb. 1998 wurde Thomas Vogl auf eine Professur für Allgemeine Röntgendiagnostik an die Goethe-Universität berufen. Seit 1999 ist er Direktor des Instituts für Diagnostische und Interventionelle Radiologie. Der Arzt beschäftigt sich neben der diagnostischen und interventionellen Radiologie mit der Radiologie des Gastrointestinaltraktes und der Thoraxorgane, der Mammadiagnostik sowie mit minimal invasiven Therapieverfahren. Er ist Preisträger mehrerer Wissenschaftspreise, darunter des Kernspin-Preises 1991, des Wilhelm Conrad Röntgen-Preises 1991, des Hermann-Holthusen-Ringes 1994 sowie des European Magnetic Resonance Award 1996. Darüber hinaus ist Thomas Vogl Mitglied zahlreicher Wissenschaftsverbände und Organisationen.

Dr. Martin Mack (32) studierte von 1989 bis 1995 Medizin an den Universitäten München und Berlin. Ein Jahr später promovierte er über die „Wertigkeit der MRT für die Diagnostik und Intervention von Tu-

moren der Kopf-Halsregion unter Einsatz des nicht-ionischen Kontrastmittels Gadodiamide sowie schneller Sequenzen und Fettunterdrückungstechniken“. Bis 1998 war Martin Mack als Assistenzarzt in der Strahlen- und Poliklinik des Virchow-Klinikums in Berlin tätig. Seit November 1998 ist er als wissenschaftlicher Assistent und seit September 2000 als Oberarzt am Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie der Goethe-Universität tätig. Martin Mack ist Mitglied verschiedener medizinischer Verbände, darunter der Deutschen Röntgengesellschaft, und Inhaber mehrerer Patentschriften zum Thema „Laserapplikationssysteme“.

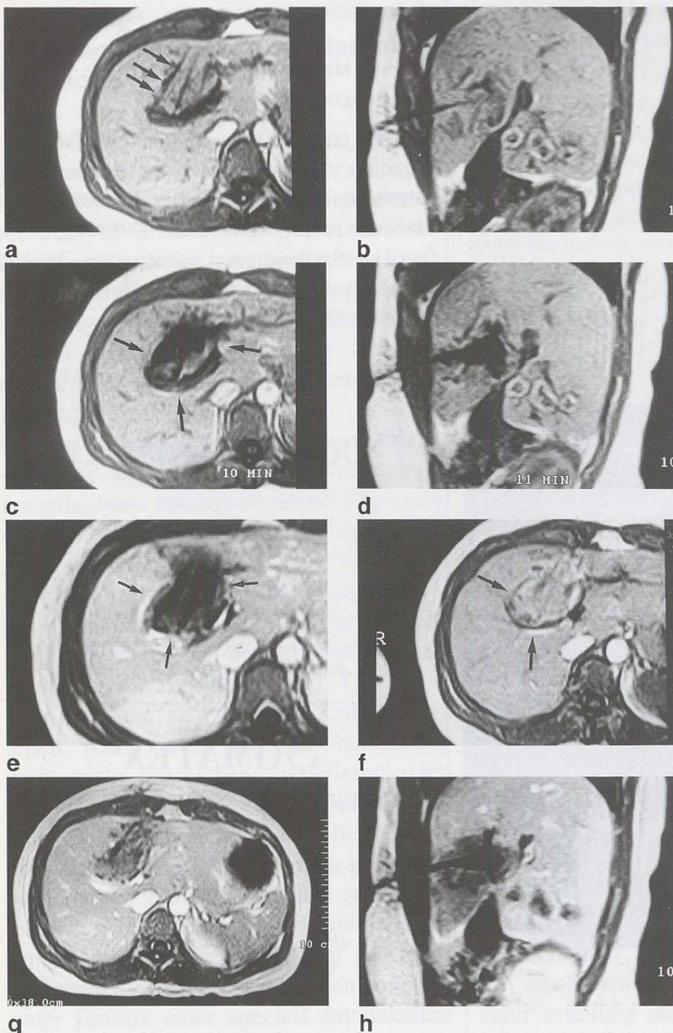
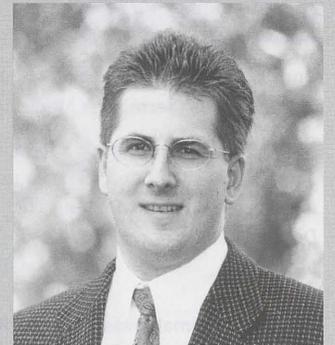


Abb. 6a, b: 50-jährige Patientin mit drei Lebertumoren. Laserinduzierte Thermo-therapie der Tumoren im 4. Segment der Leber. MR-Sequenz nach CT-gesteuerter Einführung von Laserfasern (Pfeile) (a) Queransicht, (b) Schrägansicht. c, d: Die Temperaturmessung während der laserinduzierten Thermo-therapie (LITT) zeigt eine Abnahme der Kernspinsignalintensität in der MRT um die Applikatorsysteme und des angrenzenden Tumorgewebes (Pfeil). e, f: Die Endkontrolle mit MR zeigt das Ausmaß der durch die Laserung bedingten Nekrosebildung (Pfeile). g, h: Endkontrollaufnahmen nach der laserinduzierten Thermo-therapie (LITT) zur Dokumentation des Therapieerfolges (Pfeil).

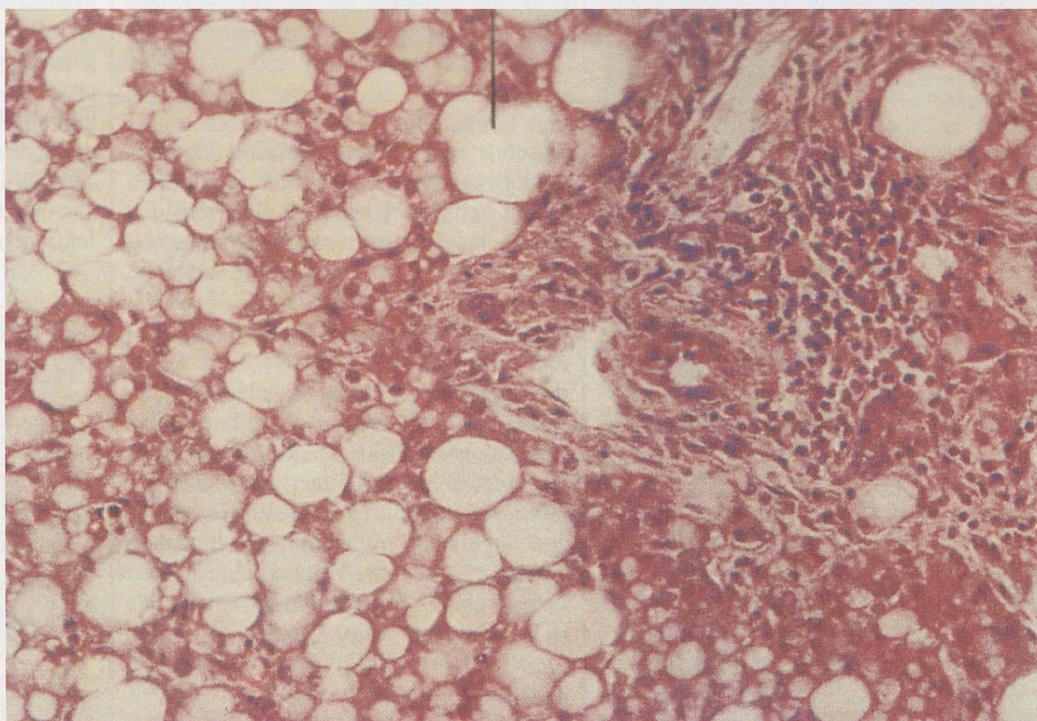
belastendes Verfahren zur Behandlung von Lebertumoren vergleichbar mit dem operativen Eingriff ist. An der multizentrischen randomisierten Studie, die von Thomas Vogl geleitet wird, sind neben dem Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie die chirurgische Klinik der Freien Universität Berlin unter Leitung von Privatdozenten Dr. Christian Germer sowie das Zentrum zur Methodischen Betreuung von Therapiestudien in Heidelberg beteiligt. Von der Frankfurter Arbeitsgruppe wurden bisher bereits 690 Patienten mit der neuen Methode erfolgreich behandelt.



Die unterschätzte Epidemie: Virushepatitis C

Heimtückische Lebererkrankung macht sich häufig erst nach Jahren bemerkbar

von Stefan Zeuzem



Histologie einer chronischen Hepatitis mit entzündlichen Infiltraten und beginnenden Bindegewebsreaktionen (Fibrose).

Eine Entzündung der Leber („Hepatitis“) kann zahlreiche Ursachen haben. Viren sind neben toxischen, immunologischen, stoffwechselbedingten und erblichen Erkrankungen besonders häufig für Hepatitiden verantwortlich. Bei den akuten Virushepatitiden werden Viren mit einem hohen hepatischen Tropismus (Hepatitis A-, B-, C-, D- und E-Virus) von Virusinfektionen unterschieden, die nicht unbedingt Leberentzündungen (*Abb. 1*) zur Folge haben (Cytomegalie-, Epstein-Barr-, Herpes simplex-, Varizella zoster-Virus u.a.). Letztere sowie die vorwiegend über den Darm (enteral) übertragenen Hepatitis A- und E-Virusinfektionen heilen in der Regel innerhalb weniger Monate aus. Hepatitis B-, Hepatitis D- und Hepatitis C-Vi-

ruserkrankungen können dagegen chronisch verlaufen (*Bild oben*). Weltweit sind viele Millionen Menschen infiziert. Symptome treten oft erst längere Zeit nach der Infektion auf. Wird eine chronische Hepatitis nicht behandelt, können Vernarbungen der Leber (Leberzirrhose) bis hin zu Leberversagen sowie Leberkrebs die Folge sein.

Impfstoffe gegen das Hepatitis A- und B-Virus stehen zur Verfügung. Die Impfung wird von der Ständigen Impfkommission empfohlen und die Kosten für die Hepatitis B-Impfung im Kindes- und Jugendalter von den Krankenkassen übernommen. Da das Hepatitis D-Virus nur zusammen mit dem Hepatitis B-Virus auftritt, schützt eine Hepatitis B-Impfung auch vor einer Hepatitis D-Virusinfektion.

Ein Impfstoff gegen die besonders auf dem indischen Subkontinent häufige Hepatitis E befindet sich in der klinischen Prüfung und soll bald zur Verfügung stehen. Dahingegen ist ein wirksamer Impfstoff gegen das Hepatitis C-Virus in den nächsten Jahren nicht in Sicht. Die Behandlung von Infektionen mit dem Hepatitis C-Virus stellt daher eine der bedeutendsten medizinischen Herausforderungen der Zukunft dar.

Hepatitis C: Verbreitung und Ansteckungsrisiko

In Deutschland ist etwa 0,7 bis ein Prozent der Bevölkerung mit dem Hepatitis C-Virus infiziert, das sind etwa

	HAV	HEV	HBV	HDV	HCV
Virusfamilie	Picornaviridae	Caliciviridae	Hepadnaviridae	Deltaviridae	Flaviviridae
Genom	RNA	RNA	DNA	RNA	RNA
Inkubationszeit (Tage)	14-45	14-60	30-180	30-180	14-180
Transmission	fäkal-oral	fäkal-oral	parenteral	parenteral	parenteral
Diagnostik (akute Infektion)	Anti-HAV-IgM	Anti-HEV-IgM	HBsAg Anti-HBc-IgM	Anti-HDV-IgM	Anti-HCV HCV-RNA
Chronifizierung	nein	nein	< 5% (adult) 90% (perinatal)	< 10% (Koinf.) > 80% (Superinf.)	50-80%
Leberzirrhose bei chronischer Hepatitis	-	-	20-30%	30-40%	20-30%
Onkogenität	nein	nein	ja	?	ja

Abb. 1: Charakteristika hepatotroper Viren.

500.000 bis 800.000 Hepatitis C-Virussträger. Die Verbreitung der chronischen HCV-Infektion ist in anderen Ländern zum Teil deutlich höher. Weltweit sind über 170 Millionen Menschen infiziert. Das Hepatitis C-Virus verursacht wahrscheinlich mehr chronische Lebererkrankungen als Alkoholmissbrauch. So werden auch die meisten Lebertransplantationen an Hepatitis C-Patienten vorgenommen.

Das Hepatitis C-Virus wurde unter anderem durch Blutkonserven und Plasmaprodukte (Gerinnungsfaktoren, Immunglobuline) übertragen. Seit Anfang der neunziger Jahre werden Blutprodukte allerdings routinemäßig auf HCV-Antikörper kontrolliert. Deutschland hat zudem als weltweit erstes Land im vergangenen Jahr den direkten Virusnachweis für alle Blutspenden eingeführt. Daher ist das Risiko, sich hier auf Grund einer Blutübertragung mit dem Hepatitis C-Virus zu infizieren, heute sehr gering.

Weitere Übertragungswege sind die Mehrfachverwendung von Injektionskanülen bei Reihenimpfungen sowie beim intravenösen Drogenkonsum („needle-sharing“), Organtransplantationen, Hämodialyseeinheiten, Tätowierungen, Piercing u.ä... Auch Nadelstichverletzungen bei Personen, die im Gesundheitswesen tätig sind, können zur Übertragung des Hepatitis C-Virus führen; insgesamt ist aber die Häufigkeit einer Hepatitis C-Virusinfektion beim medizinischen Personal nicht häufiger als bei Blutspendern.

Eine Übertragung des Hepatitis C-Virus von der Mutter auf das Kind während der Geburt ist zwar möglich, das Risiko

dieser so genannten vertikalen Übertragung liegt aber bei unter zehn Prozent. Es erhöht sich jedoch bei einer gleichzeitigen Infektion mit dem humanen Immundefizienzvirus (HIV). Auch eine sexuelle Übertragung des Hepatitis C-Virus ist möglich, allerdings mit deutlich niedrigerem Risiko als bei einer Hepatitis B-Virus- oder HIV-Infektion. Das Hepatitis C-Virus zählt zur Familie der Flaviviridae [vgl. Informationskasten „Entdeckung des Hepatitis C-Virus“]. Innerhalb dieser Familie können die verwandten Dengue- und Gelbfieberviren durch Stechmücken übertragen werden. Hinweise auf einen vergleichbaren Übertragungsweg für das HCV gibt es allerdings nicht.

Klinischer Verlauf

Die Inkubationszeit der Hepatitis C-Virusinfektion liegt zwischen fünf und zwölf Wochen mit Extremwerten von zwei bis 26 Wochen. Antikörper gegen das Hepatitis C-Virus sind bei der akuten Infektion in der Regel erst nach sechs bis zwölf Wochen nachweisbar, das Virus lässt sich mit molekularen Techniken allerdings bereits ein bis zwei Wochen nach der Infektion aufspüren. Die akute Phase der Erkrankung ist häufig durch einen milden Krankheitsverlauf (Unwohlsein, Schwäche, Gewichtsverlust) gekennzeichnet; nur etwa die Hälfte der Patienten entwickelt tatsächlich eine Gelbsucht. Die akute Hepatitis C wird in 50 bis 80 Prozent der Fälle chronisch. Auch bei einem chronischen Verlauf sind die Symptome in der Regel uncharakteristisch und mild (Müdigkeit, rechtsseitige Ober-

bauchbeschwerden). Erhöhte Konzentrationen an Leberenzymen, den so genannten Transaminasen, geben einen indirekten Hinweis auf eine Leberentzündung. Deren Aussagekraft ist jedoch begrenzt, da Leberwerte auch normal sein können, wenn sich das Virus noch im Körper vermehrt. Eine Leberbiopsie kann definitiven Aufschluss über das Entzündungsausmaß geben. Langfristig entwickeln etwa 20 bis 30 Prozent der Patienten mit chronischer Hepatitis C eine Leberzirrhose (Abb. 2). Dieser Schrumpfungs- und Vernarbungsprozess, der die Funktion des lebenswichtigen Organs stark beeinträchtigt und es schließlich zerstört, entwickelt sich meist über Jahre und Jahrzehnte. Warum er bei einigen Patienten schnell, bei anderen langsam verläuft, ist noch weitgehend unbekannt. Besonders gefährdet sind dabei Männer, die zum Infektionszeitpunkt älter als 40 Jahre sind, und Menschen, die regelmäßig Alkohol (mehr als 50 Gramm pro Tag) trinken. Ihr Risiko, an Leberkrebs (Abb. 3) zu erkranken, ist ebenfalls deutlich erhöht.

Das Immunsystem verfügt über zwei verschiedene Strategien, gegen Virusinfektionen vorzugehen: Es bildet zum ei-

Entdeckung des Hepatitis C-Virus

Amerikanische Wissenschaftler identifizierten 1988 das Virus auf einem Umweg im Blutserum eines experimentell infizierten Schimpansen: Sie isolierten RNA-Moleküle, vervielfältigten sie in DNA-Form in Lambda-Bakteriophagen und schleusten sie in das Bakterium *Escherichia coli* ein. Die Bakterien wuchsen zu Kolonien aus vielen Tochterzellen heran, die bei jeder Zellteilung auch das fremde Erbmaterial vervielfältigten. Danach überprüften die Wissenschaftler, ob Bakterien-Kolonien („Klone“) mit den im Serum von anderen infizierten Affen und Patienten enthaltenen Antikörpern eine Immunreaktion hervorriefen. Ein einziger Klon – von einer Million – reagierte und enthielt demnach Gensequenzen des Virus. Die nachfolgende Sequenzierung des Gesamtgenoms ergab, dass es sich um ein (+)-strängiges RNA-Virus mit insgesamt ca. 9.600 Basen handelt (Hepatitis C-Virus). RNA (Ribonukleinsäure) fungiert als transportfähige „Umschrift“ der DNA (Desoxyribonukleinsäure), der Erbsubstanz von Zellen. Sie enthält die Bauanweisung für die Proteine. Das Genom einiger Viren, darunter des Hepatitis C-Virus, besteht aus RNA.

Abb. 2: Leberzirrhose. Bei chronischen Leberentzündungen geben die den Leberzellen benachbarten Sternzellen Kollagen und andere Proteine ab, wodurch der Bindegewebsanteil des Organs wächst. Dies beeinträchtigt die Funktionstüchtigkeit der Leber. Schreitet eine solche Fibrose weiter fort, entsteht als nächstes Krankheitsstadium die Leberzirrhose.



nen Antikörper, die körperfremde Moleküle erkennen und ihre Abwehr auslösen. Zum anderen aktiviert es spezifische Immunzellen, die den Kampf gezielt aufnehmen. Dabei töten diese zytotoxischen T-Lymphozyten infizierte Leberzellen, die sich durch Virusproteine an ihrer Außenseite „outen“. Die genomische Variabilität des Virus ist sehr groß. In einem infizierten Patienten existieren zahlreiche nahe verwandte HCV-Varianten (Quasispezies). Diese Vielfalt macht es dem Immunsystem schwer, einen effektiven Gegenangriff zu starten (immunologische Escape-Phänomene): Der Körper erzeugt zwar Antikörper gegen verschiedene Virusbestandteile insbesondere der Virusaußenhülle, kann aber mit der Geschwindigkeit, mit der das Virus Nachkommen mit anderen, immer neuen Hüllproteinen hervorbringt, nicht mithalten. Dieses Phänomen trägt sicherlich mit zu der hohen Chronifizierungsrate der Hepatitis C-Virusinfektion bei.

Therapie der chronischen Hepatitis C

Zur Behandlung einer akuten Hepatitis C-Infektion sind derzeit keine Medikamente zugelassen; eine Chronifizierung kann aber möglicherweise durch Interferon- α verhindert werden. Bei einer chronischen Erkrankung wird eine Therapie durchgeführt, falls die Leberwerte erhöht sind, das Virus mithilfe der PCR-Methodik (Polymerasekettenreaktion) nachgewiesen und eine weit fortgeschrittene Leberzirrhose ausgeschlossen werden kann. Die PCR-Methodik erlaubt es, charakteristische Sequenzen des Erbguts innerhalb weniger Stunden millionenfach zu kopieren und damit ausreichende Mengen für den diagnostischen Nachweis zu gewinnen. Darüber hinaus ermöglicht der Test, die Virusmenge zu ermitteln und den The-

rapieerfolg zu überprüfen. Im Idealfall führt die Therapie bei Patienten mit chronischer Hepatitis C zu einer dauerhaften Ausrottung der Viren. Unter der antiviralen Therapie nehmen die Entzündungsreaktionen in der Leber deutlich ab und auch die Fibrose kann sich partiell zurückbilden. Erfolgreich therapierte Patienten entwickeln seltener eine Leberzirrhose und weisen ein deutlich verringertes Leberkrebsrisiko auf.

Aktuelle Therapieempfehlungen

Bislang nicht antiviral vorbehandelte Patienten mit chronischer Hepatitis C werden mit einer Kombinationstherapie aus Interferon- α (dreimal pro Woche drei Millionen Einheiten) und Ribavirin (1.000 bis 1.200 Milligramm pro Tag, verteilt auf zwei Dosen) behandelt (Abb. 4). Sie führt bei rund 40 Prozent der Patienten zum Therapieziel, die Viren langfristig zu eliminieren. Interferon- α ist ein Zytokin mit antiviralen, immunstimulierenden und wachstumshemmenden Eigenschaften. Interferone sind Proteine,

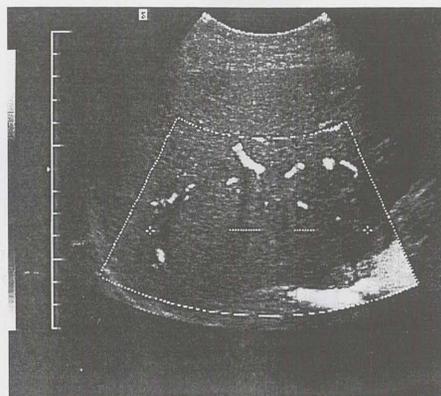


Abb 3: Sonographische Abbildung eines hepatocellulären Karzinoms (HCC): Das Leberzellkarzinom hat einen Durchmesser von 9,5 Zentimeter und befindet sich unter dem Zwerchfell.

Professor Dr. Stefan Zeuzem (41) studierte nach seinem Abitur von 1978 bis 1985 Humanmedizin an der Goethe-Universität, der School of Clinical Medicine der Universität Cambridge, England, und der Medical School der Universität Newcastle upon Tyne, England. Der Konrad Adenauer-Stipendiat promovierte 1986 über das Thema „Sulfatiertes Insulin: Rezeptorbindung und metabolische Effekte eines für Insulinpumpen geeigneten chemisch modifizierten Insulins“. Stefan Zeuzem war von 1986 bis 1987 als wissenschaftlicher Angestellter in der Abteilung Endokrinologie, Zentrum der Inneren Medizin, bei Professor Dr. Karl Schöffling, und von 1987 bis 1990 in der Abteilung Gastroenterologie, Zentrum der Inneren Medizin der Goethe-Universität, bei Professor Dr. Wolfgang F. Caspary tätig. Mit einem Ausbildungsstipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft arbeitete der Arzt von 1990 bis 1991 in der Abteilung Physiologie des Max-Planck-Instituts für Biophysik in der Arbeitsgruppe von Professor Dr. Irene Schulz, bevor er an die Medizinische Klinik II (Leitung: Professor Dr. Wolfgang F. Caspary) zurückkehrte, wo er seitdem tätig ist. Seiner Facharztprüfung als Internist 1992 folgte ein halbes Jahr



später die Habilitation für das Fach Innere Medizin zum Thema „Niedermolekulare Guanosintriphosphat-bindende Proteine der ras Proto-Onkogen Familie in exokrinen Pankreaszellen“. Nach einem Forschungsaufenthalt am Howard Hughes Medical Institute der Yale University Medical School, New Haven, USA, wurde Stefan Zeuzem 1993 Oberarzt am Zentrum der Inneren Medizin. Seit 1999 ist er als Leitender Oberarzt der Medizinischen Klinik II und Geschäftsführender Oberarzt (stv.) des Zentrums der Inneren Medizin tätig. Zeuzem wurde mit zahlreichen Preisen ausgezeichnet, darunter dem Förderpreis der Deutschen Diabetes Gesellschaft 1987, dem Preis der Dr. Paul und Cilli Weill-Stiftung für den wissenschaftlichen Nachwuchs 1992, dem Thannhauser-Preis der Deutschen Gesellschaft für Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten 1993 sowie dem Theodor Stern-Stiftungspreis 1998.

Klinische Forschung

Die Hepatitis C zählt zu den häufigsten chronischen Infektionskrankheiten überhaupt. Weltweit sind weit über hundert Millionen Menschen und allein in Deutschland vermutlich 600.000 bis 800.000 Menschen mit dem Virus infiziert. Die chronische Hepatitis C verläuft schleichend und führt häufig zu Leberzirrhose und Leberkrebs. Eine antivirale medikamentöse Behandlung mit α -Interferonen war noch vor zehn Jahren bei weniger als zehn Prozent der Patienten erfolgreich. Auf der Grundlage klinischer Forschungsergebnisse konnten die Behandlungserfolge eindrucksvoll von unter zehn Prozent auf nunmehr über 50 Prozent gesteigert werden. Patienten mit günstigen Ausgangsbedingungen (HCV-Genotyp 2 oder 3, niedrige Virusmenge) können heute sogar in über 80 bis 90 Prozent der Fälle geheilt werden. Diese Erfolge beruhen auf dem optimierten Einsatz und der Kombination bekannter und bewährter antiviral wirksamer Medikamente.

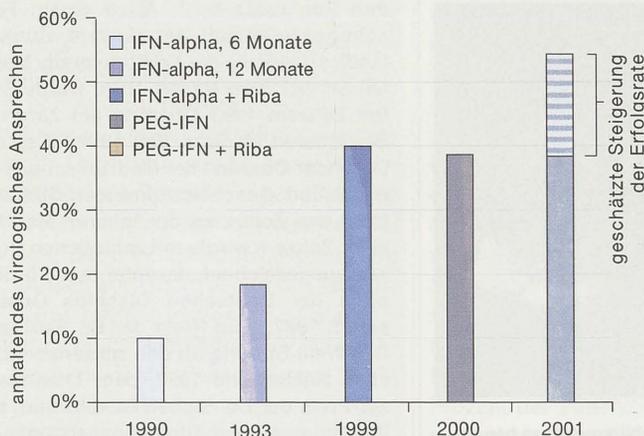
Dies ist ein Beispiel dafür, dass neben der grundlagenorientierten Forschung der klinischen Forschung sowie den klinischen Studien eine herausragende Bedeutung für die praktische Verbesserung der medizinischen Versorgung zukommt. Bis vor 15 bis 20 Jahren wurden in Deutschland im Gegensatz zu vielen anderen europäischen Ländern und den USA nur sporadisch klinisch kontrollierte Studien durchgeführt. Dieses Defizit veranlasste das Bundesministerium für Forschung und Technologie klinische Forschung zu in-

itieren und finanziell zu fördern. In der Folge wurden insbesondere im Bereich Hämato-Onkologie wesentliche Fortschritte in der Therapie verschiedener Erkrankungen erzielt.

Doch die klinische Forschung hat in Deutschland immer noch einen schweren Stand. Deutsche pharmazeutische Unternehmen investieren für die klinische Forschung im Bereich der Arzneimittelentwicklung mittlerweile ein bis zwei Milliarden Mark im Ausland. Doch mit welchen Strukturen und Konzepten kann dem Vorwurf aus Industrie und Wissenschaft begegnet werden, die deutsche klinische Forschung sei ineffizient und produziere eine zu geringe Qualität? Die Antworten auf diese Fragen sind komplex und von Zentrum zu Zentrum und Studie zu Studie unterschiedlich. Voraussetzung für eine international wettbewerbsfähige klinische Forschung ist, dass forschende Ärzte über eine entsprechende überregionale Kompetenz verfügen, ein großes Vertrauen bei ihren Patienten und den sie primär betreuenden und in die Klinik überweisenden Ärzten besitzen. Ferner sind eine umfassende Information und eine intensive Aufklärung der Patienten, motivierte Studienärzte, engagierte „Study-nurses“, eine kompetent, rasch und effektiv arbeitende Ethik-Kommission vor Ort sowie eine geeignete Infrastruktur wichtige Faktoren. Diese Aspekte sind an den Universitätskliniken durch Verwaltungs-, Kliniks- und Institutsleitung weitestgehend selbst beeinflussbar und gestaltbar.

Die Konzeption und Durchführung klinischer Studien unterliegt – so wie manches andere – einer zunehmenden Globalisierung. Um international wettbewerbsfähig zu sein und zu bleiben, müssen Zentren über leistungsfähige Spezialambulanzen mit entsprechenden Patientenzahlen verfügen, d.h. auf ihrem Gebiet zu den weltweit 20 bis 50 leistungsstärksten Kliniken (stationär und ambulant) zählen. Dies führt an den deutschen Universitätskliniken zunehmend zu Problemen. Die Zahl der ambulanten Behandlungen unterliegen zum Beispiel am Klinikum der Goethe-Universität einem pauschal gedeckelten Budget. Bei Überschreitung wird die ohnehin niedrige und nur marginal kostendeckende Vergütung (zirka 100 Mark pro Quartal) kurzerhand weiter abgesenkt, obwohl den Krankenkassen dadurch erhebliche Kosten erspart bleiben, dass therapie-„pflichtige“ Patienten in klinischen Studien kostenfrei mit Medikamenten versorgt und vielfach auch die Laboruntersuchungen von der pharmazeutischen Industrie bezahlt werden.

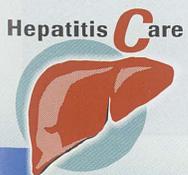
Zur Verbesserung der Forschung sollten in Deutschland alle Initiativen, die zu mehr Transparenz bei klinischer Leistung, Lehre und Forschung führen, unterstützt werden, da sie eine stärkere inhaltliche Fokussierung und finanzielle Ausstattung von Schwerpunkten ermöglichen. Darüber hinaus muss aber auch der Dialog zwischen den Krankenkassen, den Verantwortlichen in der Politik und den Universitätskliniken mit dem Ziel belebt werden, die Bedeutung der stationären und ambulanten Verzahnung der Krankenversorgung in Universitätskliniken zu erkennen. Die ambulante Versorgung in den verschiedenen Schwerpunkten muss angemessen honoriert werden und die Kosten fair zwischen den Bundesländern als Trägern der Universitätskliniken, den Krankenkassen und der pharmazeutischen Industrie getragen werden, um so – zum Vorteil aller – den Standort Deutschland für die klinische Forschung zu verbessern. Insbesondere die ambulante Versorgung ist eine wesentliche Voraussetzung, qualitativ hochwertige und international wettbewerbsfähige klinische Forschung in Deutschland zu erhalten und auszubauen.



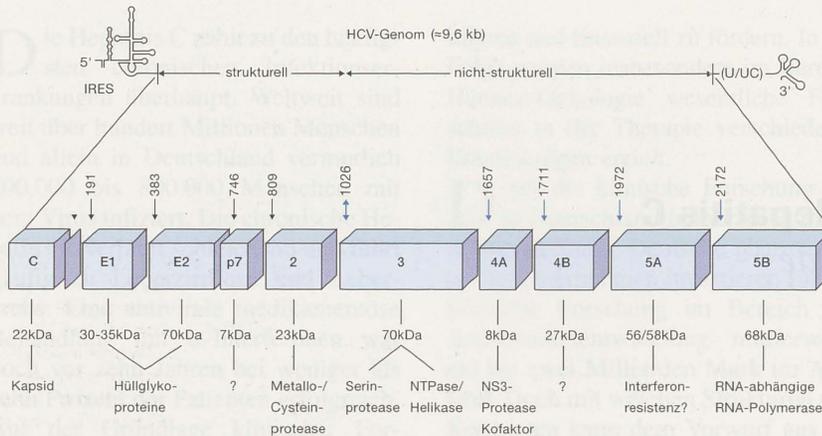
In den letzten zehn Jahren konnte die Erfolgsrate bei der Therapie von chronischer Hepatitis C durch den kombinierten Einsatz von Interferon (IFN) und Ribavirin (Riba) im Vergleich zur Interferon-Monotherapie verdoppelt werden. Eine weitere Steigerung der virologischen Ansprechrate wird durch die Kombination der neu entwickelten PEG-Interferone mit Ribavirin erwartet.

Informationen zu Hepatitis C
www.hepatitis-care.de

Lichtblicke bei Hepatitis C
Zukunft mit Therapie



Aufbau des Hepatitis C-Virus



Die Erbsubstanz des Hepatitis C-Virus besteht aus einem RNA-Strang. In einer infizierten Zelle stellen Enzyme an der als Matrize dienenden Virus-RNA ein so genanntes Polyprotein her, das anschließend in mehrere virale Proteine gespalten wird. Bei einigen von ihnen handelt es sich um virale Strukturproteine, zum Beispiel Hüllproteine, bei ande-

ren um Enzyme, die an der Vermehrung des Virus beteiligt sind. An beiden Enden des viralen Genoms liegen darüber hinaus kurze RNA-Abschnitte mit regulatorischer Funktion. Sowohl die regulatorischen Abschnitte als auch die Enzyme und Strukturproteine des Virus selbst sind wichtige Ansatzpunkte für die Entwicklung neuer Medikamente.

die der Körper zur Abwehr von Viren herstellt; sie stimulieren das Immunsystem und helfen dem Organismus, virale Infektionen zu bekämpfen. Interferone werden heute gentechnisch hergestellt. Ribavirin (1-β-D-ribofuranosyl-1H-1,2, 4-triazole-3-carboxamid) ist ein Guanosinanalogen. Es wird von den Zellen höher entwickelter Organismen, den eukaryotischen Zellen, rasch aufgenommen und entwickelt nach Anheftung eines zusätzlichen Phosphatrestes eine antivirale Aktivität gegen eine Vielzahl von DNA- und RNA-Viren. Wie Ribavirin bei der Hepatitis C-Infektion genau wirkt, ist noch unklar. Diskutiert werden verschiedene Mechanismen, darunter die Hemmung der menschlichen Inosin-Monophosphat-Dehydrogenase oder der viralen RNA-abhängigen RNA-Polymerase sowie immunmodulatorische Wirkungen. Nebenwirkungen der Kombinationstherapie sind Kopf- und Gliederschmerzen, Blutarmut, Übelkeit sowie Appetitlosigkeit.

Die Dauer der Kombinationstherapie beträgt für Patienten, die mit dem Genotyp HCV-1 infiziert sind, zwölf Monate, während für Patienten mit einer HCV-2- oder HCV-3-Infektion meist eine Behandlungsdauer von sechs Monaten genügt. Inwieweit niedrigere Ribavirin-Dosen

ANZEIGE

UNSER KOSTBARSTES LEBENSMITTEL

WASSER

Unser Trinkwasser
gehört zu den
bestkontrollierten
Lebensmitteln.

ausreichend sind, wird derzeit in Dosisfindungsstudien geprüft. Auch Patienten mit chronischer Hepatitis C und einer kompensierten Leberzirrhose können mit der Kombination Interferon- α und Ribavirin behandelt werden. Bei Hepatitis C-Patienten mit einer dekompensierten Leberzirrhose bleibt häufig nur die Lebertransplantation, vorausgesetzt es kann ein geeignetes Spenderorgan gefunden werden [vgl. Beitrag von Bernd Markus zur Lebertransplantation, S. 46].

Patienten, die mit Interferon- α behandelt wurden, jedoch einen Rückfall erlitten, erhalten bei einer erneuten Therapie Interferon- α kombiniert mit Ribavirin (1.000 bis 1.200 mg pro Tag). Die Therapieempfehlungen für so genannte Interferon- α -'Nonresponder', die nicht auf eine erste Behandlung mit dem Zytokin reagierten, ist schwierig. Eine zweite Therapie ist am ehesten für Patienten zu empfehlen, bei denen die Krankheit rasch fortschreitet, die auf die Erstbehandlung biochemisch oder virologisch zum Teil angesprochen haben oder in der Ersttherapie mit einer niedrigeren Interferon- α -Dosis oder nur kurz behandelt wurden. Grundsätzlich ist diesen Patienten die Teilnahme an einer kontrollierten Studie [vgl. Informationskasten „Klinische Forschung“, S. 42] zu empfehlen. Alkoholkonsum beschleunigt die Entwicklung einer Leberzirrhose bei Patienten mit chronischer Hepatitis C. Ob eine akute Hepatitis A oder B bei Patienten mit chronischer Hepatitis C schwerer verläuft, ist in Fachkreisen umstritten. Bei entsprechendem Ansteckungsrisiko ist eine Hepatitis A- und B-Impfung aber generell sinnvoll.

HIV/HCV-koinfizierte Patienten sollten mit Interferon- α und Ribavirin im Rahmen einer kontrollierten Studie behandelt werden. Eine engmaschige Kontrolle ist dabei unbedingt erforderlich auf Grund möglicher additiver bzw. potenzierender toxischer Effekte mit der antiretroviralen AIDS-Therapie oder der medikamentösen Infektionsprophylaxe. Auch bei transplantierten Patienten, insbesondere nach Lebertransplantation, scheint die Kombinationstherapie gegenüber der Interferon- α -Monotherapie eine deutlich höhere Wirksamkeit zu besitzen.

Perspektiven in der Therapie der chronischen Hepatitis C

In diesem Jahr ist das erste pegylierte Interferon zugelassen worden; mit der Zulassung eines weiteren Präparats wird in den kommenden Monaten gerechnet. Es handelt sich hierbei um mit Polyethylenglykol gekoppelte Interferone, die nach ihrer Injektion langsam freigesetzt, abge-

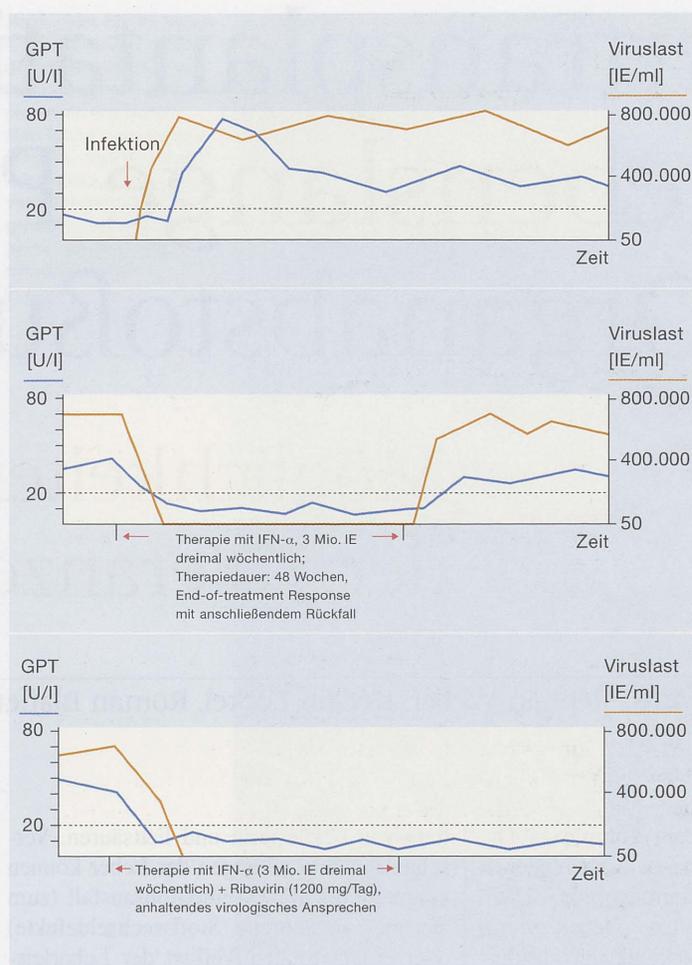


Abb. 4: Verlauf einer Hepatitis C-Infektion: Der Patient wurde 1988 durch eine Bluttransfusion infiziert. (a) Im Anschluss entwickelte er eine damals noch als Non-A Non-B-Hepatitis bezeichnete Lebererkrankung (Hepatitis C Virus als Erreger der Non-A Non-B-Hepatitis wurde erst 1988/89 entdeckt). (b) Eine Interferon- α -Monotherapie der chronischen Hepatitis C 1994 schlug zunächst zwar an, nach Therapieende waren jedoch erneut Viren nachweisbar (Relapse). (c) Eine Kombinationstherapie mit Interferon- α und Ribavirin 1998 tötete die Viren schließlich dauerhaft ab. (GPT: Glutamat-Pyruvat-Transaminase)

baut und ausgeschieden werden. Als Folge bildet sich im Blut des Patienten ein konstanter, langandauernder Wirkstoffspiegel. Die Substanzen sind mindestens doppelt so effektiv wie nicht modifizierte Standardinterferone und müssen nur einmal wöchentlich verabreicht werden.

Weiterhin befinden sich zahlreiche Inhibitoren von viralen Enzymen wie der Protease/Helicase sowie der RNA-abhängigen Polymerase des Hepatitis C-Virus [vgl. Informationskasten „Aufbau des Hepatitis C-Virus“, S. 44] in der vorklinischen Prüfung. Auch versprechen Immuntherapien (z.B. therapeutische Vakzine) und molekularbiologische Ansätze (Antisense-Strategien, Ribozyme) weitere Fortschritte in der Therapie der chronischen Hepatitis C. Die größte Bedeutung kommt aber einer intensivierten Prävention der Hepatitis C und der Entwicklung von Impfstoffen zu.



Literatur:

- [1] Hagedorn, C.H., Rice, C.M.: The Hepatitis C viruses. In: Current Topics in Microbiology and Immunology 242: 1-376, 2000
- [2] Davis, G.L., Esteban-Mur, R., Rustgi, V., Hoefs, J., Gordon, S., Trepo, C., Shiffman, M.L., Zeuzem, S., Craxi, A., Ling, M.H., Albrecht, J.: Interferon al-

fa-2b alone or in combination with ribavirin for the treatment of relapse of chronic hepatitis C. N. Engl. J. Med. 339: 1493-1499, 1998

[3] EASL International Consensus Conference on Hepatitis C. J. Hepatol. 31: 1-268, 1999

[4] NIH Consensus Development Conference: Management of Hepatitis C. Hepatology 26: 1-156, 1997

[5] Poynard, T., Marcellin, P., Lee, S., Niederau, C., Minuk, G.S., Ideo, G., Bain, V., Heathcote, J., Zeuzem, S., Trepo, C., Albrecht, J., for the International Hepatitis Interventional Therapy Group (IHIT): Randomised trial of interferon α 2b plus ribavirin for 48 weeks or for 24 weeks versus interferon α 2b plus placebo for 48 weeks for treatment of chronic infection with hepatitis C virus. Lancet 352: 1426-1432, 1998

[6] Zeuzem, S., Roth, W.K., Herrmann, G.: Virushepatitis C. Z. Gastroenterol. 33: 117-132, 1995

[7] Zeuzem, S., Schmidt, J.M., Lee, J.-H., von Wagner, M., Teuber, G., Roth, W.K.: Hepatitis C virus dynamics in vivo: effect of ribavirin and interferon alpha on viral turnover. Hepatology 28: 245-252, 1998

[8] Zeuzem, S.: Interferon- α and Ribavirin: Fortschritte in der Therapie der chronischen Hepatitis C. Dtsch. med. Wschr. 124: 636-642, 1999

[9] Zeuzem, S.: Treatment of Chronic Hepatitis C Virus Infection in Patients with Cirrhosis. J. Viral Hepatitis 2000, im Druck

[10] Zeuzem, S., Feinman, S.V., Rasenack, J., Heathcote, E.J., Lai, M.-Y., Gane, E., O'Grady, J., Reichen, J., Brunda, M.J. for the PEGASYS International Study Group: Evaluation of the Safety and Efficacy of Once-Weekly Peginterferon alpha-2a (PEGASYS™) for Chronic Hepatitis C – a Multinational, Randomized Study. J. Hepatol. 32: 29A, 2000

Lebertransplantation – das lebenslange Problem der Organabstoßung

Möglichkeiten der Toleranzentwicklung

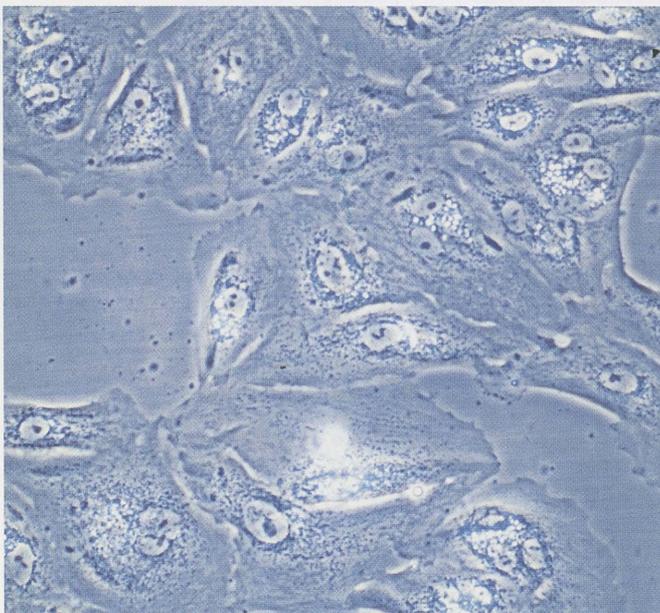
von Bernd H. Markus, Stephan Weber, Kerstin Leckel, Roman Blaheta, Carl Allers und Albrecht Encke

Die Leber ist ein komplexes Organ, das sich aus verschiedenen Zelltypen zusammensetzt. Dazu gehören u.a. Leberzellen (Hepatozyten), Epithelzellen, die die Gallengänge auskleiden, Endothelzellen, die die innerste Schicht der Gefäße bilden, und Bindegewebszellen. Den Großteil der Leberfunktion übernehmen dabei die Hepatozyten. Zu den Funktionen der Leber zählen zum Beispiel die Entgiftung und Ausscheidung toxischer Stoffwechselprodukte, die Bildung von Plasmaeiweißen (Albumin) und Gerinnungsfaktoren, die Harnstoffsynthese aus Ammoniak und die Bildung und Verwer-

tung von Cholesterin und Fettsäuren. Verschiedene Erkrankungen der Leber können zu einem teilweisen Funktionsausfall (zum Beispiel angeborene Stoffwechseldefekte) oder einem totalen Verlust der Leberleistung wie beim akuten Leberversagen führen, das lebensbedrohend ist. Einige angeborene Stoffwechseldefekte und Lebererkrankungen haben in einem fortgeschrittenem Stadium eine Zirrhose (Narbenbildung) und einen nahezu vollständigen Funktionsverlust des Organs (chronisches Leberversagen) zur Folge. Kindern, die an einer angeborenen Fehl- oder Nichtanlage der Gallenwege, angeborenen Stoffwech-

selstörungen oder einer chronischen Leberentzündung (Hepatitis) erkrankt sind, kann mit einer Lebertransplantation geholfen werden. Indikationen zur Lebertransplantation beim Erwachsenen sind zum Beispiel die Leberzirrhose nach einer viralen Leberentzündung (Hepatitis) oder die Zerstörung der Gallengänge (primär biliäre Zirrhose), einer Autoimmunerkrankung, die vor allem Frauen betrifft. An der so genannten sklerosierenden Cholangitis erkranken dagegen vorwiegend Männer; sie hat eine Entzündung und Verlegung der Gallenwege zur Folge. Bei Patienten mit Tumoren der Leber ist eine Transplantation möglich, aber problematisch. Häufig siedeln sich bereits vor der Organübertragung Krebszellen in anderen Körperorganen unentdeckt an, die später zu einer Metastase heranwachsen können. Die Transplantation bei Patienten mit einer alkoholtoxischen Leberzirrhose ist ebenfalls problematisch. Hier spielen vor allem psychosoziale Faktoren eine entscheidende Rolle.

Die erste Lebertransplantation wurde 1963 von Thomas E. Starzl in Denver, USA, durchgeführt. Probleme bereiteten dabei neben Gallenwegskomplikationen, Thrombosen der Pfortader u.a. vor allem die Organabstoßung durch den Empfänger. Immunsuppressive Medikamente konnten die körpereigene Immunantwort zu diesem Zeitpunkt noch nicht ausreichend unterdrücken. Auch heute ist die Abstoßung des verpflanzten Organs vom Empfänger das zentrale Problem bei Organtransplantationen. Durch die Übertragung von Blut oder Blutprodukten, aber auch durch das trans-



Leberzellen kurze Zeit nach Isolierung und Aussaat in Zellkulturplatten. Die Zellen heften sich an ihrer Unterlage an und weisen eine typische polygonale Struktur auf.

plantierte Organ selbst kann der Patient, dessen Immunabwehr medikamentös unterdrückt (immunsupprimiert) wird, mit Viren, Bakterien oder Pilzen infiziert werden. Auch können latent vorhandene Viren reaktiviert werden. Die Cytomegalievirus-Infektion (Herpes-Virus, kann zu einer erneuten Zirrhose der Leber führen) stellt dabei einen großen Anteil der klinisch relevanten Erkrankungen unter immunsuppressiver Therapie dar. Infektionen können aber auch selbst Abstoßungsprozesse auslösen.

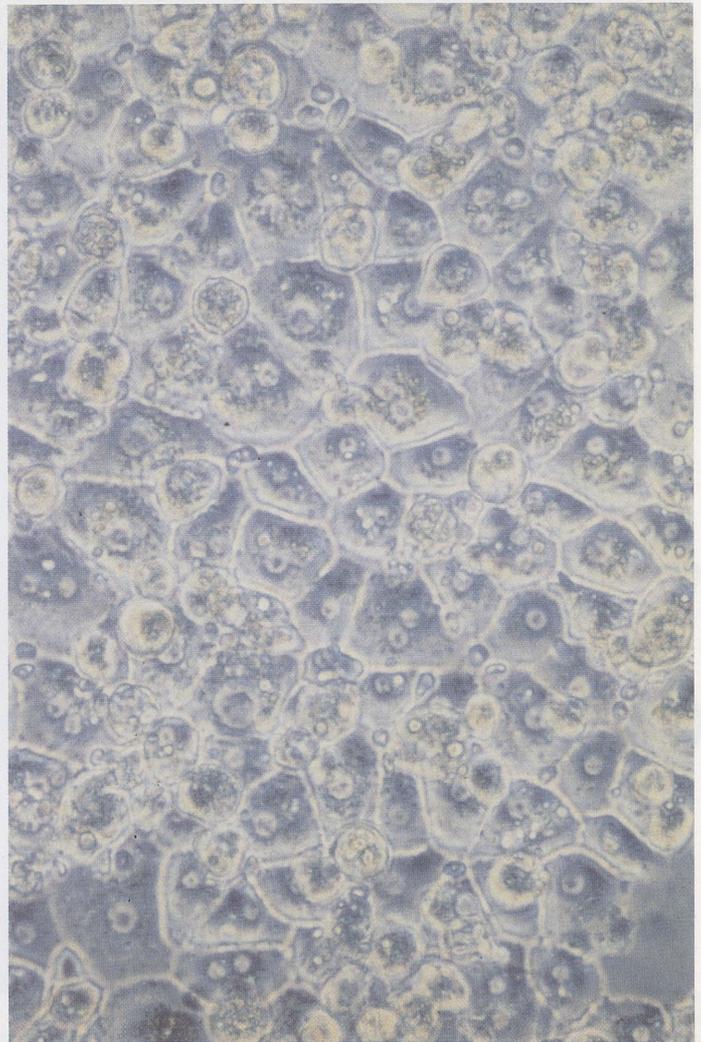
Verfügbare Spenderlebern sind jedoch knapp. Deshalb sterben viele Patienten, bevor für sie ein passendes Organ gefunden wird. Mit der Einführung von Ciclosporin A in die immunsuppressive Behandlung gelang es 1979 erstmals (Sir Roy Calne in Cambridge, England), die körpereigene Abwehr so effizient herabzusetzen, dass die Überlebensraten nach Organtransplantationen deutlich verbessert werden konnten. Auf Grund der Weiterentwicklungen bei der immunsuppressiven Therapie und der besseren Koordination von Organentnahmen sind bis jetzt weltweit mehr als 50.000 Lebertransplantationen durchgeführt worden. Die Einjahresüberlebensrate der lebertransplantierten Patienten liegt heute bei über achtzig Prozent. Dies hört sich wenig an, ist aber viel angesichts der schweren Erkrankungen der Patienten im Vorfeld der Transplantation. Sie alle haben ohne Transplantation eine nur geringe Überlebenschance.

Die Lebertransplantation bei einer 33-jährigen Patientin mit unzähligen Zysten (Flüssigkeitsformationenen) in der Leber (Abb. 1) am Frankfurter Universitätsklinikum macht aus diesen Gründen Mut. Die Patientin hatte auf Grund einer stark vergrößerten Leber und vermehrter Flüssigkeitsabsonderung (Aszites) vom Bauchfell in die freie Bauchhöhle einen massiv aufgetriebenen Bauch. Dadurch war ihre Atmung erschwert und ihre körperliche Bewegungsfähigkeit deutlich eingeschränkt. Wochenlang musste sie zur ständigen Therapie in stationärer Krankenhausbehandlung verbleiben. 1999 wurde ihr eine neue Leber transplantiert. Das bei der Operation entfernte erkrankte Organ wog 5,6 Kilogramm (normal 1,5 Kilogramm). 26 Tage nach der Transplantation konnte die Patientin aus dem Krankenhaus entlassen werden, elf Monate später brachte sie ein Mädchen zur Welt.

Mechanismen der Organabstoßung

Ein transplantiertes Organ wird vom Körper des Empfängers ebenso als fremde Materie erkannt wie zum Beispiel ein eindringendes Bakterium oder Viren. Dabei kann das körpereigene Immunsystem

Nach mehr als 30 Tagen Kulturdauer bei zweidimensionalen Kulturbedingungen entdifferenzieren die Zellen. Man findet vorwiegend längliche Zellstrukturen mit großen Kernen und verschwommenen Zellgrenzen. Die Hepatozyten verlieren ihre physiologische Funktion.



nicht zwischen „sinnvoller“ (Transplantat) und „nicht-sinnvoller“ (Bakterien, Viren) Fremdstanz unterscheiden. Das aktivierte Immunsystem eliminiert daraufhin sämtliche in den Körper eingedrungene Fremdstanz, darunter auch das Transplantat. Bei einer hyperakuten Abstoßung kann transplantiertes Gewebe deshalb innerhalb weniger Minuten zerstört werden. Besonders transplantierte Nieren sind hierdurch gefährdet.

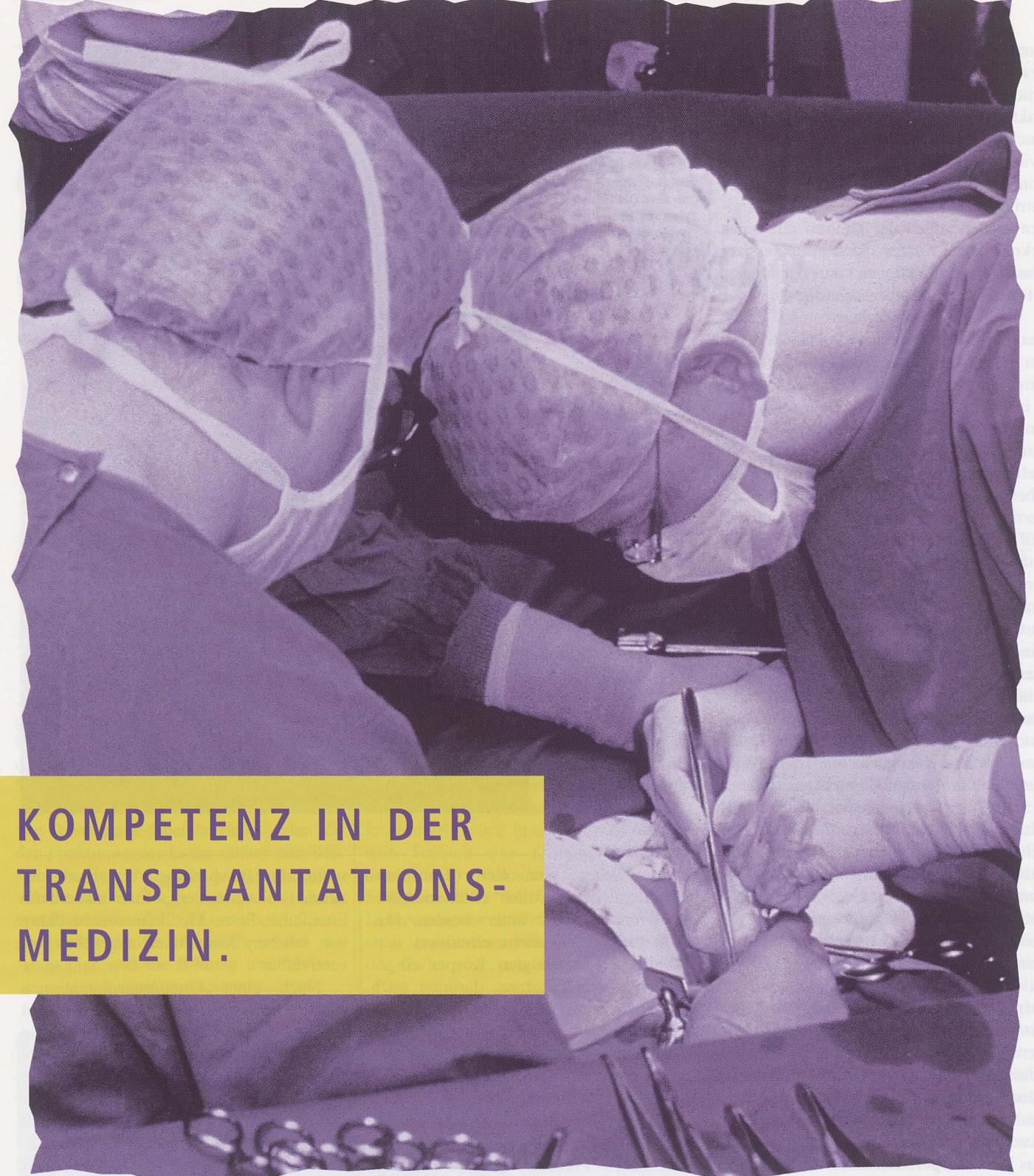
Normalerweise braucht der Körper jedoch einige Tage, um gezielt und spezifisch gegen Fremdgewebe vorzugehen. T-Lymphozyten, eine Untergruppe der weißen Blutzellen, erkennen mithilfe anderer Zellen, zum Beispiel den Makrophagen, spezielle Oberflächenstrukturen auf dem transplantierten Gewebe, die es als „fremd“ ausweisen. Dadurch werden sie aktiviert und vermehren sich, bis sie in ausreichender Anzahl gegen das transplantierte Organ vorgehen können. Diese akute Abstoßung tritt in der Regel einige Tage nach der Transplantation erstmals auf, kann aber auch nach Jahren noch auftreten. Mithilfe verschiedener immunsupprimierender Medikamenten wird ver-

sucht, zum Beispiel die Vermehrung der Zellen zu verhindern. Eine dauerhafte Einnahme dieser Medikamente ist daher von seltenen Ausnahmen abgesehen unverzichtbar.

Nach einer Organtransplantation kann es aber auch noch nach einiger Zeit zu Abstoßungsreaktionen kommen, die bis heute wenig verstanden werden. Diese als chronisch bezeichnete, also längere und schleichendere Form wird wahrscheinlich sowohl durch Zellen als auch durch Antikörper vermittelt. Infektionen, Stoffwechselforgänge und bisher noch unbekannte immunologische Vorgänge dürften eine weitere Rolle spielen.

Derzeitige klinische Probleme

Die Einnahme von immunsupprimierenden Medikamenten ist mit unerwünschten Nebeneffekten verbunden. Die klinische Forschung beschäftigt sich daher mit Strategien, diese zu reduzieren oder durch neue Behandlungsverfahren zu umgehen. Substanzen, die derzeit einzeln oder kombiniert zur Immunsuppression eingesetzt werden, sind Tacrolimus, Ci-



KOMPETENZ IN DER TRANSPLANTATIONS- MEDIZIN.

Unsere bisherige Erfolgsbilanz in der Entwicklung wirksamer Präparate:

- Weltweit bewährtes Standardimmunsuppressivum
- Monoklonaler chimärer Antikörper (Basiliximab)

Neue Perspektiven, um Organtransplantationen noch erfolgreicher zu machen:

- Immunsuppressiva mit neuartigem Wirkmechanismus
- Grundlagenforschung, z.B. Adhäsionsmoleküle

 **NOVARTIS**

Novartis Pharma GmbH, 90327 Nürnberg
www.pharma.de.novartis.com



Abb. 1: Zystenleber einer 33-jährigen Patientin, transplantiert im Jahr 1999. Durch die Erkrankung litt die Patientin an einer deutlichen Einschränkung der Atmungs- und Bewegungsfähigkeit. Nach der Transplantation konnte die Patientin am 26. Tag aus dem Krankenhaus entlassen werden. Elf Monate später brachte sie ein gesundes Mädchen zur Welt.

gung steht. Ziel ist es, die Gabe von Pharmaka zur Immunsuppression durch Erzeugung und Erhalt einer Immuntoleranz langfristig überflüssig zu machen, die das transplantierte Organ ohne Abstoßungsreaktionen akzeptiert.

Möglichkeiten der Toleranzinduzierung

Ausgiebige Untersuchungen, meist an Tiermodellen, weisen prinzipiell auf unterschiedliche Möglichkeiten der Toleranzinduktion hin. Diese reichen von zunächst pharmakologischer Beeinflussung des Immunsystems, Einsatz besonderer Antikörper zur Veränderung der immunologischen Reaktivität des Empfängers bis zur Gabe von weißen Blut- und Knochenmarkszellen (Leukozyten) des Organspenders gleichzeitig mit der Transplantation.

Die Gabe weißer Blutzellen (Leukozyten) führt im Empfänger zu einem Gemisch eigener und fremder Blutzellen, dem so genannten Chimärismus (Abb. 2). Bei entsprechender Vorbereitung bleibt dieses Zellgemisch stabil erhalten und Blutzellen von Spender und Empfänger werden gleichzeitig nebeneinander über Jahre hinweg gebildet. In diesem Stadium akzeptiert der Empfängerorganismus auch ein Organtransplantat dieses Spenders, wird also „tolerant“. Unter den vielfältigen Konzepten, eine Immuntoleranz gegenüber dem transplantierten Organ zu erzeugen und damit immunsuppressive Medikamente überflüssig zu machen, ist die Kotransplantation von Blut- und Knochenmarkszellen im klinischen Einsatz am weitesten fortgeschritten.

Übertragung von Blutzellen des Organspenders mit dem Transplantat

Das Konzept der Kotransplantation der Leukozyten basiert u.a. auf der Er-

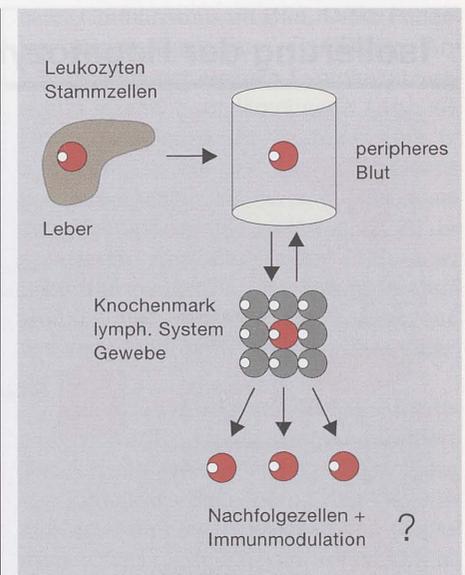


Abb. 2: Schematische Darstellung der Entwicklung eines Chimärismus: Mit der zu transplantierenden Leber werden Spenderblutzellen kotransplantiert. Nach der Öffnung der blutversorgenden Gefäße wandern die zufällig übertragenen Zellen aus dem Organ aus und verbleiben im peripheren Blut des Empfängers oder wandern in dessen Gewebe ein. Dort können die so übertragenen Zellen immunologische Veränderungen initiieren.

kenntnis, dass mit einem Lebertransplantat eine Vielzahl dieser Zellen schon zufällig übertragen werden. Obwohl die Organe nach ihrer Entnahme mit Konservierungslösungen gespült werden, verbleiben viele Leukozyten im Gewebe. Gleichzeitig sind auch in der Leber Stammzellen für die Blutbildung zu finden, die mit dem Organ transplantiert werden. Insofern lassen sich bei den meisten Organempfängern noch lange Zeit nach der Operation Blutzellen des Organspenders nachweisen (bis zu 30 Jahre). Im Rahmen unserer Untersuchungen konnte mithilfe der immunhistochemischen Färbungen von Leberbiopsien gezeigt werden, dass Leukozyten des Organspenders mit den Lebertransplantaten in den Empfänger kotransplantiert werden (Abb. 3). Die Anzahl der auf

closporin A, Mycophenolat Mofetil, Rapamycin, Azathioprin, Corticosteroide etc. Alle Medikamente haben dabei unterschiedliche und spezifische Nebenwirkungen, die u.a. Nierenfunktionsstörungen, Bluthochdruck und Abwehrschwäche hervorrufen. Auch werden nicht alle Abstoßungsreaktionen mit diesen Medikamenten sicher unterdrückt, sodass selbst bei optimaler Immunsuppression auch Jahre nach der Transplantation noch Organe abgestoßen werden. Dieses ist insbesondere für lebertransplantierte Patienten ein schwerwiegendes Risiko, da kein künstliches Ersatz- oder Überbrückungsverfahren, wie zum Beispiel die Dialyse beim Nierenversagen, zur Verfü-

ANZEIGE

KOMPLETTENTSORGUNG IM KRANKENHAUS

Um dem Gesundheitswesen ein möglichst breites Angebotsspektrum im Bereich Entsorgungsdienstleistung zu bieten, haben die beiden Schwesterfirmen

RETHMANN Foto Recycling und RETHMANN Entsorgungswirtschaft

gemeinsam ein Entsorgungs- und Dienstleistungskonzept für den medizinischen Bereich entwickelt.

Neben der kompletten Entsorgungsdienstleistung mit den Sparten

- | | |
|----------------------------------|--|
| → Krankenhausspezifische Abfälle | → DSD-Abfälle |
| → Röntgenchemie, Röntgenfilme | → Elektronikschrott, Leuchtstoffröhren |
| → Laborchemikalien, Lösemittel | → Rohrreinigung |
| → Sondermüll | → Fixierbadspargeräte |

bietet **RETHMANN** die komplette Organisation der Abfallwirtschaft innerhalb des Krankenhauses. Diese Dienstleistung geht von der Abfallberatung über Personalgestellung, Erstellung von Abfallbilanzen und Abfallkonzepten bis hin zur Gestellung eines externen Abfallbeauftragten.

RETHMANN®

Photo Recycling
REGION SÜD

Regionalverwaltung Süd
Johann-G.-Gutenberg-Str. 33

D-82140 Olching

Tel.: 08142/2956-0

Fax: 08142/2956-19

Isolierung der Hepatozyten

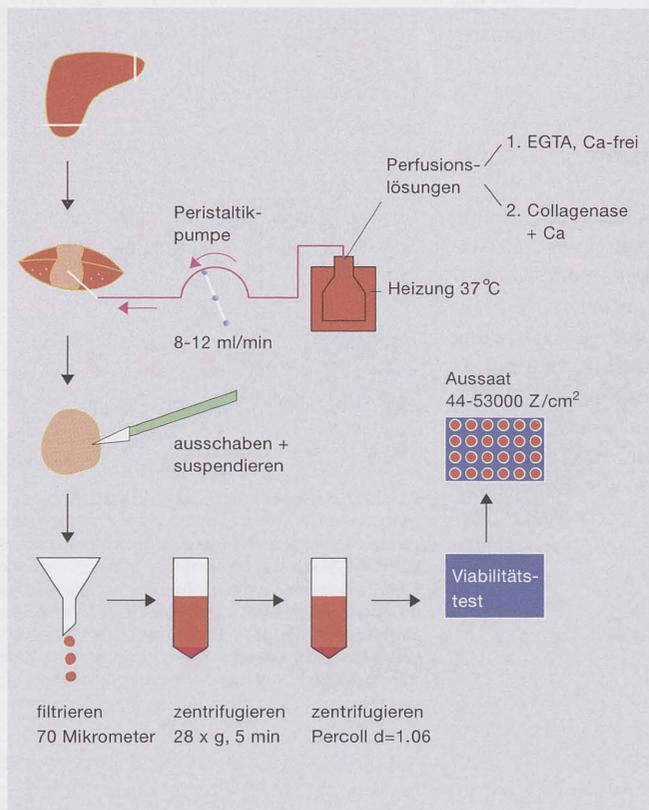


Abb. 1: Schematische Darstellung der Isolation von humanen Hepatozyten.

Zur therapeutischen Nutzung müssen die Hepatozyten aus Lebergewebe isoliert und in speziellen in vitro Kultursystemen angezüchtet werden. Die Kultivierung dieser Leberzellen ist äußerst problematisch, da sie ihre physiologische Leistungsfähigkeit außerhalb des Körpers sehr schnell verlieren und rasch absterben, ohne sich nennenswert zu vermehren (Fotos auf Seite 46 u. 47). Um einzelne Stoffwechselfunktionen ersetzen zu können, sind jedoch mindestens fünf Prozent der Gesamtleberzellmasse nötig. Dies entspricht bei einem erwachsenen Menschen von etwa

70 Kilogramm Körpergewicht zirka $1,4 \times 10^9$ Zellen. Das Transplantations-Immunologische Labor beschäftigt sich seit zehn Jahren mit der Isolations- und Kulturtechnik humaner Hepatozyten. Ziel ist die Entwicklung eines Zellkultursystems, mit dem die kontrollierte Vermehrung der Leberzellen auf die benötigte Mindestmenge gelingt, ohne dass die Zellen ihre physiologische Funktionsfähigkeit verlieren. Zunächst werden dazu menschliche Leberzellen aus kleinen Leberstücken isoliert (Abb. 1). Die Leberstücke werden zu diesem Zweck mit einer speziellen Enzymlö-

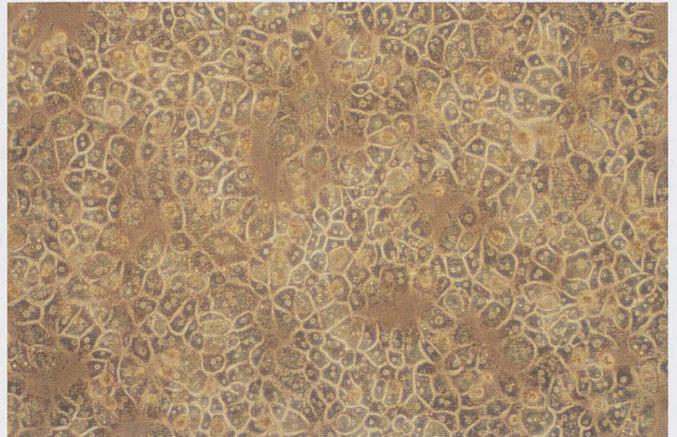


Abb. 2: Menschliche Hepatozyten nach einer Kulturdauer von 20 bis 30 Tagen unter dreidimensionalen Wachstumsbedingungen: Die polygonale Struktur und die Stoffwechselaktivität bleiben nachweislich besser erhalten.

sung gespült, wodurch sich die Einzelzellen aus dem Gewebeverband lösen. In einer zweiten Phase werden die Zellen in speziellen Kulturplatten ausplattiert und unter konstanten, dem Körpermilieu angepassten Bedingungen kultiviert. Zur Simulation des in der Leber vorherrschenden Zellverbundes und der Leberarchitektur werden die Hepatozyten entweder auf einer Matrix aus Einzelkomponenten wie Kollagen, Fibronectin, Laminin oder einer Kompletmatrix bestehend aus einer Mischung der Einzelkomponenten gezüchtet. Die Matrix bewirkt als „Kitsubstanz“ in der Leber eine Stabilisierung des Zellverbundes und ist wesentlich an der Homöostase der Leber, das heißt ihrer physiologischen Funktionsfähigkeit, beteiligt. Wird die Matrix dünn ausgesät (zweidimensional) wachsen die Zellen vorwiegend flächig. Zusätzlich kann die Matrix in gelartiger Form (dreidimensional) (Abb. 2) auf die Zellen gegeben werden. Dies ermöglicht den Zellen, sich im Raum zu orientieren und dreidimensional auszuwachsen. In einer dritten Phase werden Veränderun-

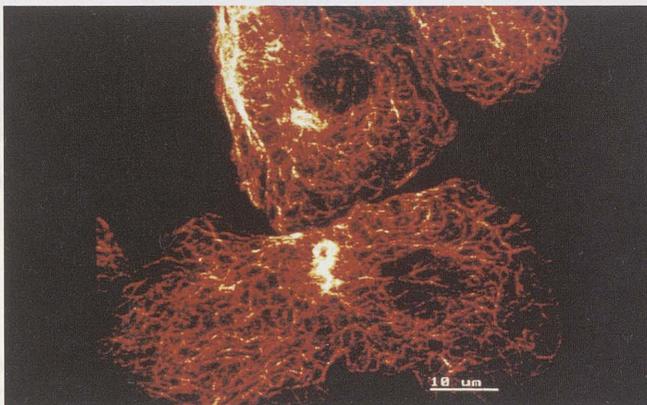


Abb. 3a: Zytoskelett (Zytokeratin 18) von frischen Hepatozyten im „fluorescence scanning microscope“: Typisch ist die netzartige und geordnete Struktur der Faserelemente.

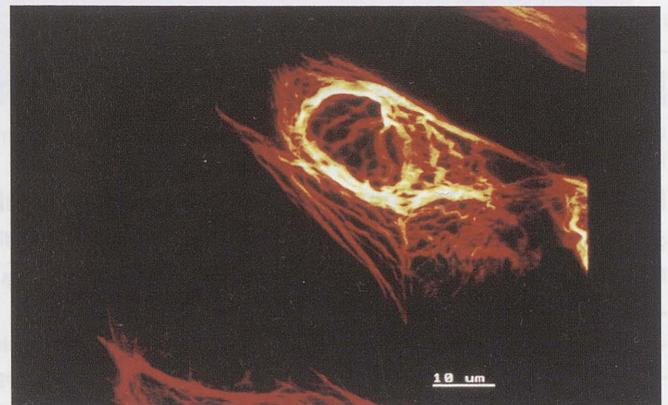


Abb. 3b: Flächig wachsende Hepatozyten verlieren nach einiger Kulturdauer die geordneten, netzartigen Strukturen. Es kommt zum Zusammenbruch des Zytoskeletts und gleichzeitig zum Funktionsverlust der Zellen.

gen des Lebermilieus simuliert. Dabei werden wachstumsstimulierende Substanzen, menschliches Serum oder Hormone den Zellen zugeführt, da diese Stoffe Veränderungen in der Leber hervorrufen und deren Wachstum stimulieren können. Durch die Zugabe oder gezielten Abbau der Matrix in Gelform kann die Architektur der Leberzellen variiert werden.

Die Teilungsaktivität der Hepatozyten wird zum einen mithilfe eines Kultursystems analysiert (Videomikroskopie), das die Beobachtung des Zellverhaltens unter konstanten, dem Körpermilieu angepassten Bedingungen ermöglicht (Kooperation mit Dr. Hagen von Briesen, Georg-Speyer-Haus), zum anderen die DNA- und Teilungs-Aktivität der Hepatozyten zusätzlich mit fluoreszenzmarkierten Farbstoffen (FACS-Analyse, „fluorescence activated cell sorter“) überprüft. Dies Verfahren erlaubt bei Zellsuspensionen neben Zellgröße und Granularität drei verschiedene Fluoreszenzfarben zu ermitteln und über eine angeschlossene Datenverarbeitungseinheit zu verrechnen. Außerdem können Rezeptoren auf der Zelloberfläche, die die Zellaktivität widerspiegeln, mit verschiedenen bildgebenden Verfahren auf ihr Verteilungsmuster und die Verteilungsmenge hin analysiert werden.

Die Zellen werden durch das Zellskelett stabilisiert. Für einen Funktionserhalt der Hepatozyten sind stabile Faserstrukturen im Skelett wichtig, die ebenfalls über mikroskopische Verfahren mit hoher Vergrößerung sichtbar gemacht werden können (Abb. 3 a, b). Spezielle molekularbiologische und immunologische Techniken erlauben den Nachweis von Albumin, Gerinnungsfaktoren und/oder Stoffwechselvorgängen, die einen Rückschluss auf die Synthesekapazität der Leberzellen zulassen. Auf diese Weise erhält man eine genaue Auskunft darüber, wie schnell die Leistungsfähigkeit dieser Zellen abnimmt. Diese zellbiologischen Experimente ermöglichen die Haltung von Leberzellen aus Leberresektaten unter Kulturbedingungen im Labor. Ziel ist es, deren Teilungsfähigkeit bei vollständigem Funktionserhalt unter Kulturbedingungen zu verbessern, sodass diese zukünftig in ausreichender Menge dem Patienten übertragen werden können, um dessen Leberfunktion insgesamt oder teilweise zu ersetzen.

diesem Wege „zufällig“ übertragenen Spenderleukozyten war dabei variabel.

Nach der Transplantation wandern die Leukozyten aus dem Organ ins periphere Blut des Empfängers und führen dort zu einem Zellgemisch im Blut, einem so genannten Chimärismus. Bei 21 von 35 Patienten konnte ein entsprechender Chimärismus mithilfe einer speziellen molekularbiologischen Methode, der Polymerase Chain Reaction (PCR; Kooperation mit dem Blutspendedienst Hessen, Professor Dr. Erhard Seifried und Privatdozent Dr. Christian Seidl), nachgewiesen werden (Abb. 4). Die Anzahl Zellen im Blut blieb im Durchschnitt über sieben Wochen stabil und verminderte sich danach. Im weiteren Verlauf wandern die Zellen in das Empfängergewebe ein und bilden dort einen so genannten zentralen Chimärismus.

barer Chimärismus im Blut. Diese Patienten zeigen dann eine signifikante Abschwächung der eigenen Lymphozytenreaktion gegen Spenderantigene (Abb. 6). Diese Modulation des Immunsystems ist offensichtlich bei der Lebertransplantation ausgeprägter als bei anderen Organtransplantationen und erklärt zum Teil die geringeren Abstoßungsraten nach einer Lebertransplantation. Inwieweit Immunmodulationen ein Weg zur Toleranzentwicklung sind, wird derzeit weiter untersucht.

Als Konsequenz aus diesen Überlegungen wurden Untersuchungen initiiert, die sich mit einer gezielten Übertragung von Zellen des Spenders in den Organismus des Empfängers beschäftigen. Insbesondere Spenderleukozyten sollen sich im Körper des Transplantatempfängers ver-

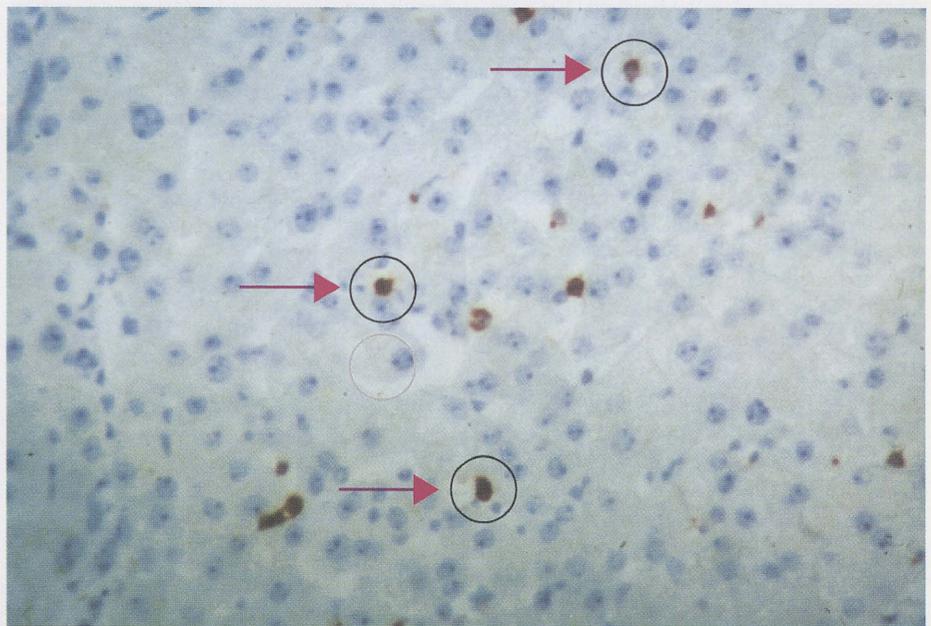


Abb. 3: Immunhistochemische Färbung einer Leberbiopsie: Deutlich rot gefärbt sind die das Gewebe infiltrierenden Spenderleukozyten.

Inwiefern sich die immunologische Reaktivität der Empfänger-Immunezellen daraufhin änderte, wurde für diese Patienten mit der gemischten Lymphozytenkultur (MLC), wobei Empfänger- mit bestrahlten Spenderlymphozyten kultiviert werden, gemessen. Die MLC-Reaktivität der Lymphozyten von Patienten mit deutlich nachweisbarem Chimärismus war signifikant reduziert (Abb. 5). Demgegenüber zeigten Lymphozyten von Patienten ohne Chimärismus nur geringe oder keine Veränderungen hinsichtlich ihrer MLC-Reaktivität. Zusammengefasst zeigen die Ergebnisse, dass bei allen untersuchten Lebertransplantaten Leukozyten des Organspenders „zufällig“ mit transplantiert werden. Abhängig von der Menge dieser Zellen etabliert sich bei etwa der Hälfte der Organempfänger ein deutlich nachweis-

barer Chimärismus im Blut. Diese Patienten zeigen dann eine signifikante Abschwächung der eigenen Lymphozytenreaktion gegen Spenderantigene (Abb. 6). Diese Modulation des Immunsystems ist offensichtlich bei der Lebertransplantation ausgeprägter als bei anderen Organtransplantationen und erklärt zum Teil die geringeren Abstoßungsraten nach einer Lebertransplantation. Inwieweit Immunmodulationen ein Weg zur Toleranzentwicklung sind, wird derzeit weiter untersucht.

Derzeitige klinische Erfahrung

Klinische Erfahrungen in den USA zeigten, dass nach Koübertragung von Knochenmarkzellen des Spenders zusätzlich zur Lebertransplantation deutlich weniger Abstoßungskrisen auftraten. Von etwa 300 durchgeführten Lebertransplantationen reagierten lediglich zirka 35 Pro-

Abb. 4: Molekularbiologische Analyse (HLA-PCR) eines Organempfängers: Die DNA der kotransplantierten Spenderzellen zeichnen sich als deutliche Banden ab.

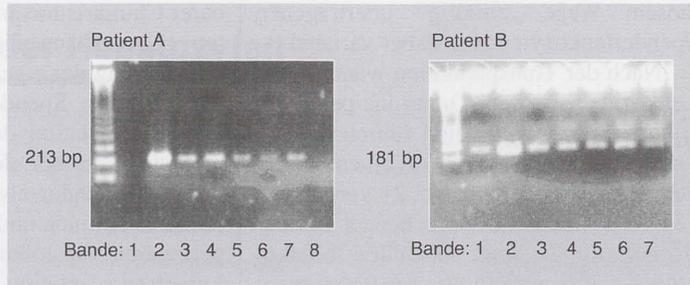


Abb. 4a zeigt die molekularbiologischen Ergebnisse der HLA-PCR/SSP-Analyse (HLA-Allel DR 1) des Patienten 1. (Proben: Bande 1: Basenleiter; Bande 2: negative Kontrolle; Bande 3: Spender; Bande 4: 1. Woche; Bande 5: 2. Woche; Bande 6: 3. Woche; Bande 7: 4. Woche; Bande 8: 5. Woche). **Abb. 4b** zeigt die molekularbiologischen Ergebnisse der HLA-PCR/SSP-Analyse (HLA-Allel DR 13) des Patienten 2. (Proben: Bande 1: neg. Kontrolle; Bande 2: Basenleiter; Bande 3: 1. Woche; Bande 4: Spender; Bande 5: 2. Woche; Bande 6: 3. Woche; Bande 7: 4. Woche).

zent der Patienten mit einer Abstoßung. In der Kontrollgruppe (430 Transplantationen) zeigten mit etwa 44 Prozent deutlich mehr Patienten eine Abstoßungskrise. Aufbauend auf den bisherigen Erkenntnissen wird am Klinikum der Goethe-Universität ein von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördertes Projekt durchgeführt, bei dem zusätzlich zur Transplantation der Leber Blut- und Knochenmarkzellen des Organspenders dem Empfänger mit übertragen werden (Kooperation mit der Medizinischen Klinik III der Goethe-Universität, Professor Dr. Dieter Hoelzer und Privatdozent Dr. Hans Martin). Die benötigten Zellen werden isoliert, zunächst in flüssigem Stickstoff eingefroren und dem Empfänger wenige Tage nach der Lebertransplantation übertragen (am 5. und 11. Tag nach der Transplantation). Mithilfe eines engmaschigen immunologischen Monitoring wird analysiert, welchen Einfluss die übertragenen Spenderzellen auf die Immunabwehr der Patienten ausüben, in welchen Geweben die Zellen verbleiben und inwieweit sich Unterschiede in der immunsuppressiven Medikation nach der Transplantation ergeben. Der Weg zu einer vollständigen Toleranz ohne jede Medikation ist allerdings noch Zukunftsmusik. Jedoch könnte die Übertragung von Knochenmarkzellen des Spenders zu einem wichtigen Bestandteil der klinischen Versorgung der transplantierten Patienten werden, wenn sich die Hinweise verdichten, dass dadurch die Abstoßungswahrscheinlichkeit reduziert werden kann.

Möglichkeiten der Leberzelltransplantation

Ein neuartiges Behandlungskonzept beruht auf der Transplantation von isolierten Hepatozyten (Leberzellen) an Stelle

des kompletten Organs [vgl. Informationskasten „Isolierung der Hepatozyten“ S. 50]. Dabei wird der Patient erheblich weniger belastet, da die Zellen direkt in eines der Leber- oder Milzgefäße übertragen werden – ohne chirurgischen Eingriff. Der Krankenhausaufenthalt wird verkürzt und dadurch Kosten gespart. Zudem können die Zellen tiefgefroren in Form einer Hepatozytenbank aufbewahrt werden und würden dem Patienten im Notfall rechtzeitig zur Verfügung stehen, um zum Beispiel die Entstehung einer Leberzirrhose und somit die Lebertransplantation verhindern zu können. Weiterhin könnten diese Zellen bei akutem Leberversagen solange bestimmte Leberfunktionen ausführen, bis sich das erkrankte Lebergewebe regeneriert hat. Mit menschlichen Leberzellen wurden bis heute weltweit etwa 20 Patienten behandelt, die an angeborenen Stoffwechselerkrankungen der Leber oder akutem Leberversagen litten.

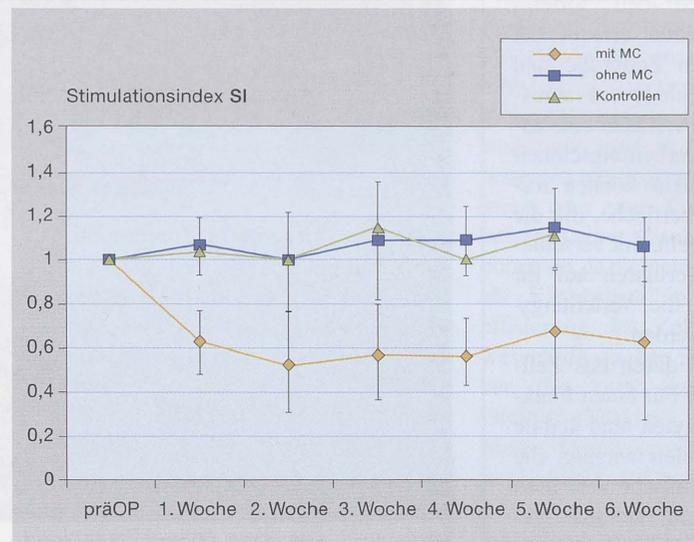


Abb. 5: Grafische Darstellung der immunologischen MLC-Analyse der Organempfänger im Verlauf nach der Transplantation: Patienten mit nachweisbarem Chimärismus weisen eine deutliche Veränderung der immunologischen Ausgangssituation auf (mit Karos versehene Linie).

mononukleäre Spenderzellen (Leukozyten, Stammzellen)	HLA-PCR	MLC
Hohe Zellzahl	Mikrochimärismus +	↓↓
Niedrige Zellzahl	Mikrochimärismus -	~

Abb. 6: Zusammenfassung der gefundenen Ergebnisse des immunologischen Einflusses von Spenderzellen auf die Ausgangssituation der Organempfänger: Die Grafik zeigt die deutliche Abhängigkeit des Auftretens eines Chimärismus von einer hohen Zahl kotransplantierte Zellen. Gleichzeitig ließ sich eine deutliche Veränderung der immunologischen Situation nachweisen. Durch die Kotransplantation von Spenderzellen kann eine immunologische Veränderung bis hin zu einer möglichen Immuntoleranz induziert werden.

ANZEIGE

Wir kämpfen für

WELTPARK ANTARKTIS

GREENPEACE Für Informationen über Greenpeace bitte 3,60 DM in Briefmarken beilegen! Vorsetzen 53, 20459 Hamburg

NEU

Inferax®

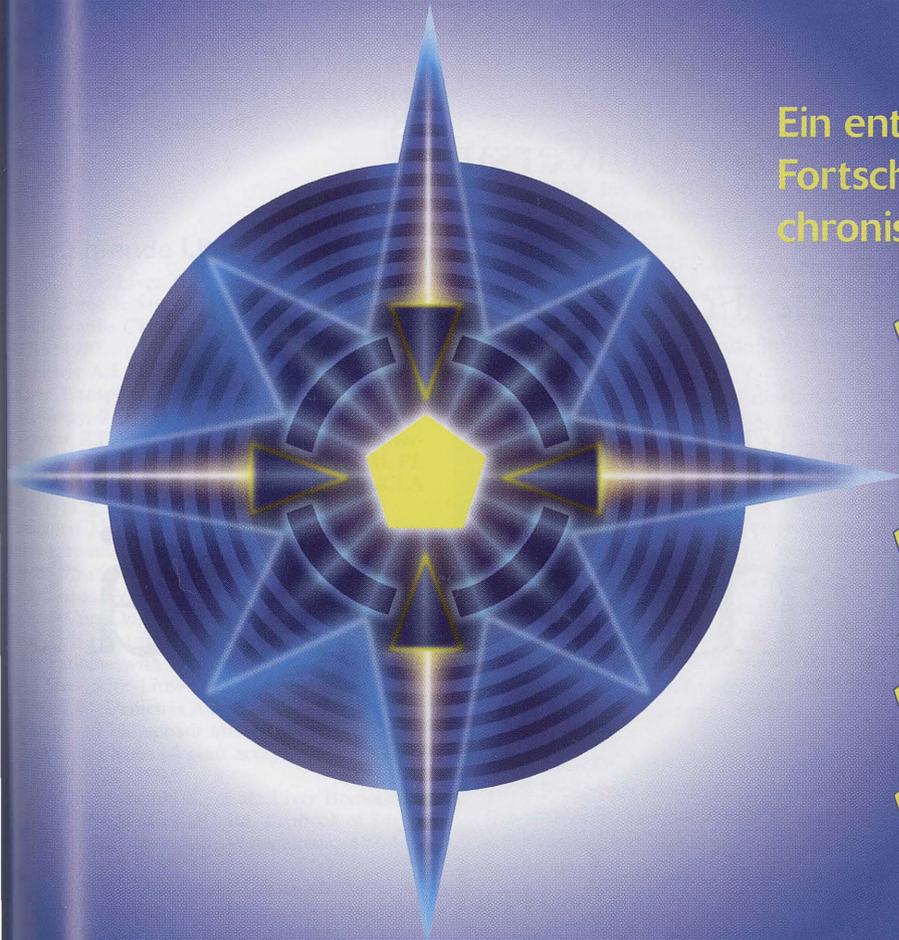
INTERFERON ALFACON-1



Consensus-Interferon mit erhöhter antiviraler Aktivität

Ein entscheidender
Fortschritt in der Therapie der
chronischen Hepatitis C bei:

- ◆ Problempatienten mit HCV-Genotyp-1-Infektionen
- ◆ Problempatienten mit hoher Viruslast
- ◆ Relapsern
- ◆ Non-Respondern



Yamanouchi Pharma GmbH, Im Breitspiel 19, 69126 Heidelberg

Inferax®. Wirkstoff: Interferon alfacon-1

Darreichungsform und Zusammensetzung: 1 Durchstechflasche mit 0,3 ml Injektionslösung enthält: 9 µg Interferon alfacon-1, Natriumchlorid, Natriumphosphat, Wasser für Injektionszwecke. **Anwendungsgebiete:** Zur Behandlung der histologisch nachgewiesenen chronischen Hepatitis bei Patienten von 18 Jahren oder älter, bei denen Serummarker für eine Hepatitis-C-Virus (HCV)-Infektion vorhanden sind, z. B. Patienten mit erhöhten Serumtransaminasespiegeln ohne Leberdekomensation. **Gegenanzeigen:** Patienten mit bekannter Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff oder einen der anderen Bestandteile, Patienten mit Epilepsie oder schwerwiegenden psychiatrischen Störungen in der Vorgeschichte, wie z.B. schwerer Depression, Selbstmordabsichten, oder andere stark beeinträchtigte Patienten mit zentralnervösen Funktionsstörungen, bestehende schwerwiegende Herzerkrankungen, schwere Funktionsstörungen der Nieren oder der Leber, Patienten mit dekompensierter Lebererkrankung, chronische Hepatitis bei Patienten, die mit Immunsuppressiva behandelt werden oder kürzlich behandelt wurden, ausgenommen eine kurzzeitige Kortikosteroidvorbehandlung, Autoimmunhepatitis oder eine Autoimmunerkrankung in der Vorgeschichte; immunsupprimierte Patienten nach Transplantationen, bestehende Schilddrüsenerkrankungen, sofern nicht mit herkömmlichen Therapiemaßnahmen ausreichend beherrschbar. **Nebenwirkungen:** Die meisten Patienten litten unter Fieber, Müdigkeit und Kopfschmerzen und Myalgie. Andere berichtete Nebenwirkungen: Schüttelfrost, Appetitlosigkeit, Gelenkschmerz und Übelkeit, Erbrechen, Durchfall, Schwindel, Alopezie, Rückenschmerzen, Schmerzen im Abdomen, Depression, Unwohlsein, Schmerz, verstärktes Schwitzen, Geschmacksveränderungen, emotionale Labilität, Schlaflosigkeit, Granulozytopenie, Reaktionen an der Injektionsstelle, Schwäche, Somnolenz, Verwirrtheit, Ausschlag, Nervosität, allergische Reaktionen, Parästhesie, Herpes simplex, Pruritus, Augenschmerzen, Angstzustände, Nasenbluten, Husten, Infektionen/Entzündungen der oberen Atemwege, trockener Mund, Pneumonie, Gewichtsveränderungen, Ödeme, Dyspnoe, Tachykardie, Dyspepsie, Hypertonie, Hypotonie, Libidoabnahme, Hypoästhesie, Verstopfung, Zahnfleischbluten, Leukozytopenie, Thrombozytopenie, Neuropathie, Hyperthyreose, Hypothyreose und Triglyceridämie. Kardiovaskuläre Nebenwirkungen, insbesondere Arrhythmien, scheinen mit kardiovaskulären Vorerkrankungen und einer früheren Therapie mit kardiotoxischen Substanzen zu korrelieren. **Warnhinweise:** An schwangeren Frauen sind keine Studien durchgeführt worden. Bei trächtigen Tieren zeigte Inferax® keine teratogene Wirkung. Eine Schädigung der Feten, wie z. B. Retardierung des Größenwachstums, kann jedoch nicht ausgeschlossen werden. An Tieren wurde bei Dosen, die deutlich über den klinisch empfohlenen Dosen lagen, eine abortive Wirkung beobachtet. Eine Therapie mit Interferon alfacon-1 in der Schwangerschaft und Stillzeit sollte nur nach sorgfältiger Nutzen/Risiko-Abwägung erfolgen. Bei einer Therapie eines Partners mit Interferon alfacon-1 sollten unbedingt wirksame empfängnisverhütende Maßnahmen durchgeführt werden. Es ist nicht bekannt, ob beim Menschen Interferon alfacon-1 in die Muttermilch übergeht. Patienten, die grippeartige Erscheinungen, Schwindel, depressive Symptome, Verwirrung, Somnolenz und Müdigkeit entwickeln, sollen davor gewarnt werden, Auto zu fahren oder Maschinen zu bedienen.

Stand: Februar 2000

 Yamanouchi

Bürger und Unternehmen

schufen in Frankfurt am Main

die erste deutsche Stiftungsuniversität.

Bürger und Unternehmen

sind seit **1914** der Universität

verbunden. Fördern Sie Forschungsprojekte,

Nachwuchswissenschaftler und die

Verbindung der **Universität**

zu Stadt und Region.

Werden Sie **Mitglied** in der

Vereinigung von **Freunden** und Förderern

der Johann Wolfgang Goethe-Universität

Frankfurt am Main e.V.

Über das Angebot für die
Freunde und Förderer informiert Sie
Sylvie von Ziegesar
Telefon 069/798-23935
Fax 069/798-28064
eMail freunde@vff.uni-frankfurt.de

Eine der ersten Leberzelltransplantationen wurde in Nebraska, Omaha, USA, von Ira J. Fox und Stephen C. Strom an einem zehnjährigen Mädchen mit einem schweren angeborenen Stoffwechseldefekt der Leber durchgeführt. Dieser Defekt hat u.a. neurologische Störungen (Lähmungen, Bewegungs- und Atemstörungen) und meist den Tod der Kinder innerhalb der ersten Lebensjahre zur Folge. Vor der Zellübertragung musste das Mädchen im Rahmen einer Phototherapie 14 bis 16 Stunden täglich unter einer UV-Lampe liegen. Durch die Leberzellübertragung gelang es, den Stoffwechseldefekt teilweise zu korrigieren und die Zeit, die das Kind unter der UV-Lampe verbringen muss, auf sechs bis sieben Stunden täglich zu reduzieren.



Weiterführende Literatur

1. Calne, R. in: Liver Transplantation, 1987 Second Edition, Grune & Stratton Inc., Orlando, USA, Part 4: Postoperative Care, Ch. 27: Immunosuppression, 305-318, 1987.
2. Demetris A.J., Markus B.H.: Immunopathology of Liver Transplantation. CRC Critical Reviews in Immunology, 9 (Issue 2):67-92, 1989.
3. Gordon R.D., Iwatsuki S., et al.: The Denver-Pittsburgh Liver Transplant Series. In: Terasaki, P.J., Ed. Clinical Transplants 1987, Los Angeles: UCLA Tissue Typing Laboratory, 1988.
4. Gummert J.F., Ikonen T., Morris R.E. Newer immunosuppressive drugs: a review. J Am Soc Nephrol; 10 (6): 1366, 1999.
5. Hutchinson IV. Cellular mechanisms of allograft rejection. Curr Opin Immunol; 3 (5): 722, 1999.
6. Markus B.H. et al.: Efficacy of Liver Transplantation in Patients with Primary Biliary Cirrhosis. N Engl J Med, 320: 1709-1713, 1989.
7. Starzl T.E., Demetris A.J., Trucco M., et al. Cell migration and chimerism after whole-organ transplantation: the basis of graft acceptance. Hepatology; 17 (6): 1127, 1993.
8. Starzl T.E., Iwatsuki S., et al.: Liver Homotransplantation. In: Sabiston, DC, Ed. Textbook of Surgery. 13th edition, Saunders, Philadelphia, 457-468, 1968.
9. Schröder A., Blaheta R.A., Scholz M., Encke A., Markus B.H.: Isolation and Separation humaner, adulter Hepatozyten aus Leberresektaten: Zellausbeute und Reinheit bei Anwendung verschiedener Methoden. Zentralblatt für Chirurgie, 119:127-138, 1994.
10. Schröder A., Blaheta R.A., Scholz M., Kronenberger B., Encke A., Markus B.H.: Effects of Proinflammatory Cytokines on Cultivated Primary Human Hepatocytes. Transplantation, 59:1023-1028, 1995.
11. Fox I.J., Chowdhury J.R., Kaufman S.S., Timothy C., Goertzen C., Chowdhury N.R., Warkentin P.I., Dorko K., Sauter B.V., Strom S.C.: Brief Report: Treatment of the Crigler-Najjar Syndrome Type I with Hepatocyte Transplantation. The New England Journal of Medicine, 338: 1422-1426, 1998.



Stephan Weber (35) [Autoren im Bild von links nach rechts] studierte von 1987 bis 1994 Chemie an der Goethe-Universität. Von 1995 bis 2000 promovierte er im Transplantations-Immunologischen Labor unter Leitung von Privatdozent Dr. Bernd Markus über „Analyse der immunologischen Sonderstellung der Leber nach Lebertransplantation – Einfluss von kotransplantierten Spenderleukozyten“.

Dr. Roman Blaheta (41) studierte von 1980 bis 1988 Biologie an der Goethe-Universität. Von 1989 bis 1994 promovierte er im Bereich Kinematische Zellforschung am Biozentrum Frankfurt unter der Leitung von Professor Dr. Jürgen Bereiter-Hahn und Professor Dr. Albrecht Encke, Klinik für Allgemeinchirurgie, zum Thema „Adhäsion und Penetration humaner Lymphozyten durch syngene und allogene Endothelzellschichten am Beispiel der Lebertransplantation“. Roman Blaheta ist Mitglied verschiedener Fachgesellschaften.

Professor Dr. Albrecht Encke (65) ist seit 1979 Professor für Chirurgie an der Goethe-Universität und Direktor der Klinik für Allgemein- und Gefäßchirurgie des Zentrums der Chirurgie. Er studierte Medizin an den Universitäten Freiburg, Tübingen, Wien und Köln. Nach Staatsexamen und Promotion an der Universität Köln (1961) und einem zweijährigen USA-Aufenthalt war er von 1964 bis 1979 an der Chirurgischen Universitätsklinik Heidelberg tätig. 1970 erfolgte die Habilitation, 1974 die Ernennung zum Professor. Fünf Jahre später wurde Albrecht Encke auf die C4-Professur für Chirurgie in Frankfurt berufen. Seine wissenschaftlichen Interessensgebiete sind die chirurgische Pathophysiologie, speziell die Blutgerinnungs- und Thromboseforschung, sowie die chirurgische Intensivmedizin, die chirurgische Gastroenterologie, Onkologie und Transplantationsmedizin (Leber). Albrecht Encke ist Mitglied zahlreicher nationaler und internationaler wissenschaftlicher Gesellschaften, Herausgeber des „Zentralblatt für Chirurgie“ und seit mehreren Jahren stellvertretender Vorsitzender der Fachgüter „Praktische Medizin“ der Deutschen Forschungsge-

meinschaft. 1999/2000 war er Präsident der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie.

Privatdozent Dr. Bernd H. Markus (41) studierte von 1977 bis 1984 Medizin an den Universitäten Mainz, Köln und Bonn. Von 1985 bis 1987 war er in der Abteilung für Chirurgie des Presbyterian University Hospital und Childrens Hospital of Pittsburgh, Pittsburgh, USA, tätig. Seit 1988 arbeitet er in der Klinik für Allgemein- und Gefäßchirurgie des Universitätsklinikum in Frankfurt, seit 1996 als Oberarzt. 1996 habilitierte er sich im Fach Chirurgie über die „Bedeutung des Humanen-Leukozyten-Antigensystems bei der Lebertransplantation“. Für diese Arbeit wurde Bernd Markus mit dem von Langenbeck-Preis 1996 der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie und dem Wissenschaftlichen Preis der Rhein-Main-Arbeitsgemeinschaft für Gastroenterologie ausgezeichnet.

Dr. Carl Allers (41) arbeitet seit 1990 im Lebertransplantationsprogramm der chirurgischen Klinik der Goethe-Universität. Er studierte von 1975 bis 1981 Medizin an der Universität von Bogota in Kolumbien. Von 1983 bis 1986 absolvierte er eine Facharztausbildung an der Universität Nueva Granada in Kolumbien, wo er 1988 zum Oberarzt ernannt wurde. Im gleichen Jahr wechselte er an das Klinikum Frankfurt, zunächst in das Zentrum der Anästhesiologie, ein Jahr später in das Zentrum der Inneren Medizin. Carl Allers approbierte und promovierte zweimal und erwarb seinen Facharzt für innere Medizin jeweils zweimal – einmal nach kolumbianischen und einmal nach deutschem Recht. Als Gastarzt war er u.a. in Spanien und den USA tätig. Er ist Mitglied verschiedener medizinischer Gesellschaften.

Kerstin Leckel (26, nicht im Bild) studierte von 1993 bis 1999 Medizin an der Goethe-Universität. Seit 1996 promovierte sie unter der Leitung von Privatdozent Dr. Bernd Markus an der Klinik für Allgemein- und Gefäßchirurgie zum Thema „In vitro Analyse der Mycophenolat mofetil-induzierten Blockade der T-Lymphozytären Infiltration durch allogenenes Endothel“.

„Meine Ungeduld ist ein Crocodill, das lässt sich nicht bezähmen...“

Der Kanonenkönig Alfred Krupp

von Lothar Gall

Schon in den Augen der Mit- und dann besonders der Nachwelt war die Firma Fried. Krupp vor allem zweierlei: ein auf Gewinnmaximierung ausgerichteter kapitalistischer Großbetrieb und einer der größten Rüstungsproduzenten der Welt. Der aber, dessen Name für beides in speziellem Maße stand, Alfred Krupp, hat den ersten Punkt, die Gewinnorientierung, Zeit seines Lebens missachtet, was mehrfach lebensbedrohliche Konsequenzen für sein Werk hatte. Und auch im Hinblick auf den zweiten Punkt, die Produktion von Rüstungsgütern, hat er noch Ende der 1850er Jahre, als seine Firma schon weit über tausend Mitarbeiter zählte und etwa achtzig Millionen heutigen Geldes umsetzte, sehr ernsthaft erwogen, die Fabrikation von Kanonen als eine kostspielige Sackgasse aufzugeben: Am 19. Januar 1859 schrieb er an seinen Pariser Vertreter, Heinrich Haaß, obgleich er „der Geschützfrage noch einiges Interesse zolle, so muss ich Ihnen doch bemerken, dass ich im Allgemeinen den Wunsch hege, die Geschütz-Fabrikation einzustellen. Dieselbe ist an und für sich nicht besonders lohnend und in der Weise, wie ich sie bisher betrie-

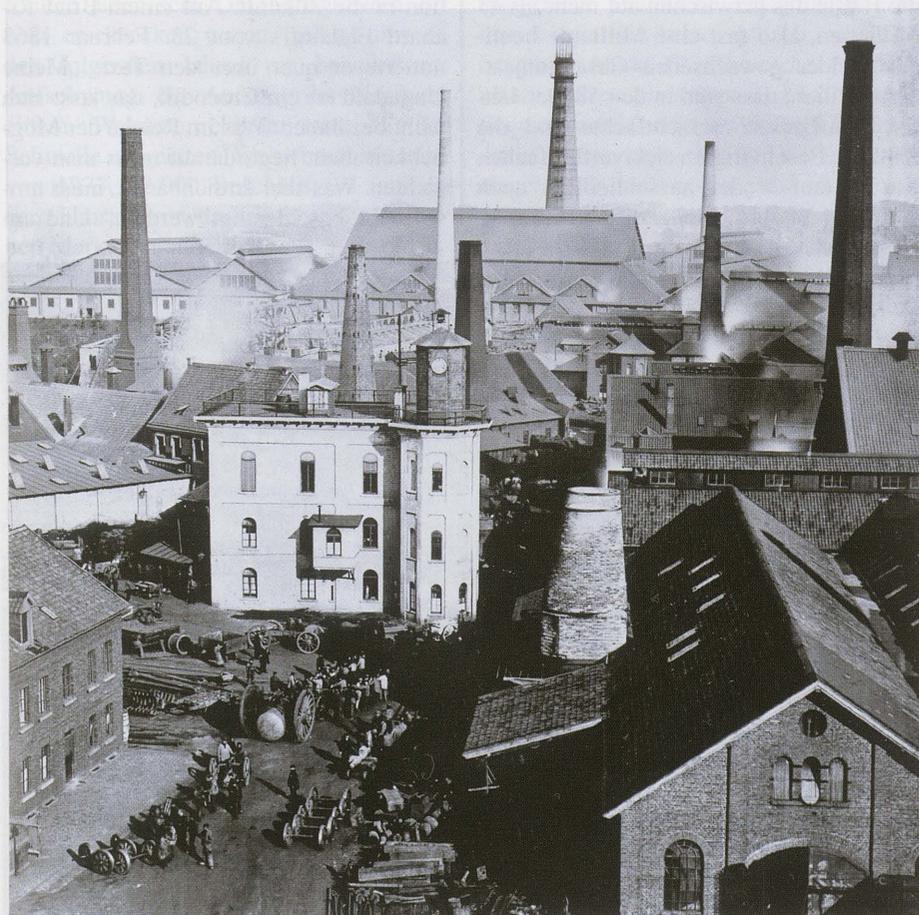
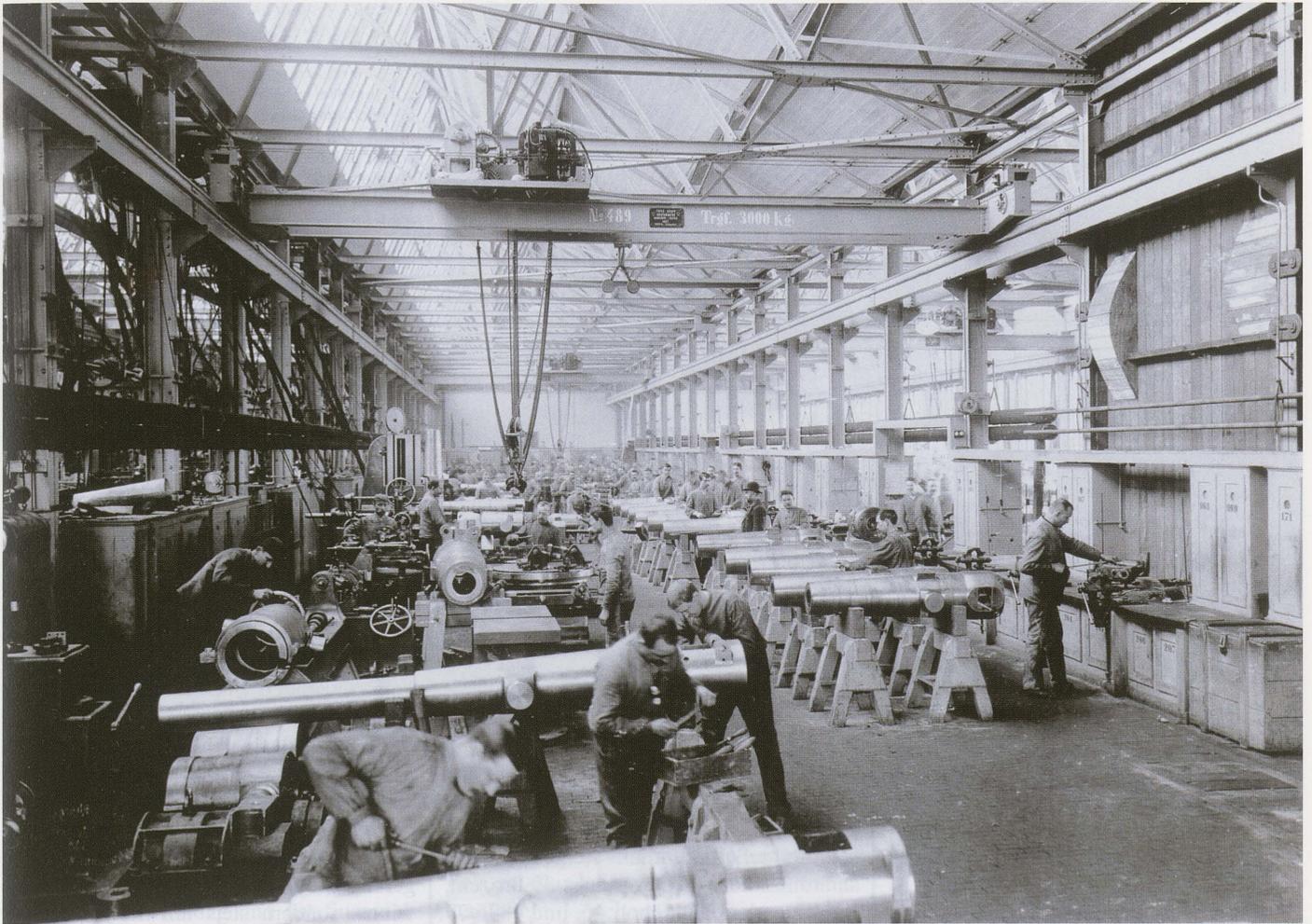
ben, indem ich auf Lieferung einiger Probestücke beschränkt blieb, gar unvorteilhaft und störend.“ „Die Aussicht, durch massenhafte Lieferungen für die an Einzel-Lieferungen geknüpften Opfer Entschädigung zu finden“, fuhr er weiter unten fort, „vermochte mich allein, die Geschütz-Fabrikation bisher beizubehalten“. Seiner „ursprünglichen Absicht gemäß“ habe er sie sowieso fallen lassen wollen, „nachdem der Zweck des Beweises, was das hiesige Werk leisten könne, erreicht war und nach-

dem dadurch das Vertrauen zu meinen Werkzeugen des Friedens, auf deren Fabrikation mein Werk hingewiesen ist und für welche dasselbe vollauf Beschäftigung findet, vermehrt worden ist“. [1] Knapp vier Monate später strich der preußische Prinzregent auf einer nach jahrelangen Bemühungen Krupps und seines Berliner Vertreters endlich erreichten Bestellung des Allgemeinen Kriegsdepartements von 72 in Spandau weiterzuverarbeitenden Gussstahlkanonenrohrblöcken die Zahl 72 und

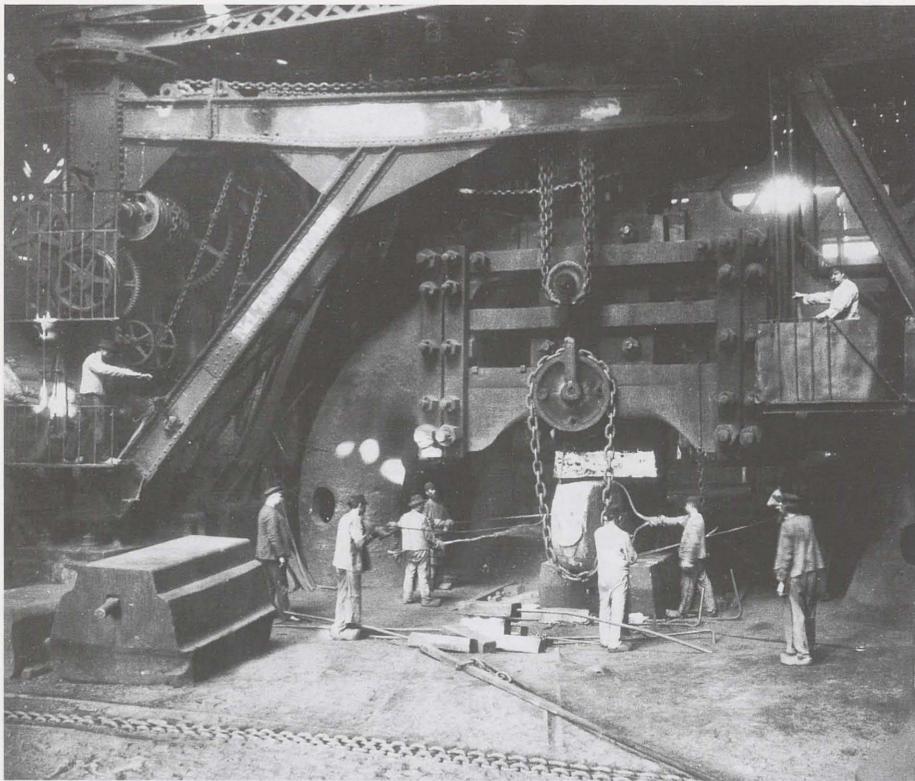
Innenansicht der „Kanonenwerkstatt 7“ der Essener Gussstahlfabrik vor 1906. Die Abbildung zeigt nur ein Hallenschiff der Werkstatt, die wiederum nur eine von 15 Essener Kanonenwerkstätten war. In der gezeigten Abteilung wurden vorgearbeitete Teile für kleinere Kanonen angepasst und zusammengesetzt. Für das Bild sind die Arbeiter im Vordergrund sorgfältig arrangiert worden. Die angelaufene Modernisierung der Werkstätten ist gut zu erkennen: Während die Drehbänke links noch durch Transmissionen und Riemen angetrieben werden, hat der Transportkran schon einen elektrischen Antrieb.



Alfred Krupp (1812-1887) hat die Firma Krupp zu einem Unternehmen von Weltgeltung geführt. Gegründet wurde die Gussstahlfabrik 1811 von seinem Vater Friedrich Krupp (1787-1826). Nach dessen frühem Tod 1826 trat der 14-jährige Alfred in die Firma ein, die wirtschaftlich fast ganz am Boden lag. Zunächst führte er die Firma gemeinsam mit der Mutter und den jüngeren Brüdern. 1848 übernahm er das Unternehmen in alleiniger Verantwortung, das zu diesem Zeitpunkt noch immer mit großen Schwierigkeiten kämpfte. In den 1850er Jahren begann eine stürmische Expansion. Die Zahl der Arbeiter stieg von 74 (1848) auf über 16.000 (1873). Als das Porträt in den 1870er Jahren entstand, hatte die Finanzkrise von 1873 diesen Aufstieg zunächst schroff beendet.



Für die Zeitgenossen war sie eine unerhört große Fabrikanlage: Die Gussstahlfabrik in Essen, für mehrere Jahrzehnte die größte Zusammenballung von Werkstätten in Deutschland. Der Ausschnitt aus einem 1864 aufgenommenen Foto-panorama zeigt einen Teil der Anlagen: In der Mitte das noch sehr bescheidene Verwaltungsgebäude, dahinter teilweise verdeckt die ältesten Gebäude. Im Hintergrund ist die Halle für den Dampfhammer „Fritz“ mit seinem aufwändig gestalteten Kamin zu erkennen, der auch als Wahrzeichen der Fabrik diente. Der Fotograf steht auf einer der vier großen „mechanischen Werkstätten“, die sich außerhalb des Bildausschnitts befinden. Die Personen und Produkte auf dem freien Platz sind für das Werbefoto sorgfältig arrangiert worden. Die Transportkolonne in der Mitte zeigt, dass der Maschineneinsatz noch nicht weit fortgeschritten war.



Der 1861 fertig gestellte schwere Dampfhammer „Fritz“ für die Bearbeitung besonders großer Werkstücke. Seine Hammerschläge waren im weiten Umkreis zu spüren und für die zunächst noch auf dem Werksgelände wohnende Familie Krupp ein wichtiger Grund zum Umzug in den Essener Süden. Der Hammer stieß an die Grenzen des zu seiner Zeit technisch Realisierbaren vor, für Jahrzehnte wurde er zum Symbol für Alfred Krupps Streben nach Superlativen. Als der Hammer 1911 nach 50 Jahren stillgelegt und durch stärkere Hydraulikpressen ersetzt wurde, würdigte man die letzte Schicht mit einer Feierstunde in Anwesenheit der Familie. Die Aufnahme entstand um 1902 noch während des regulären Betriebs.

schrrieb darüber: 300. – Dabei waren auch die ursprünglichen 72 schon ein gewaltiger Auftrag, der zustande kam vor dem Hintergrund des sich immer mehr zuspitzenden österreichisch-französisch-italienischen Konflikts, der Preußen naturgemäß nicht unberührt lassen konnte.

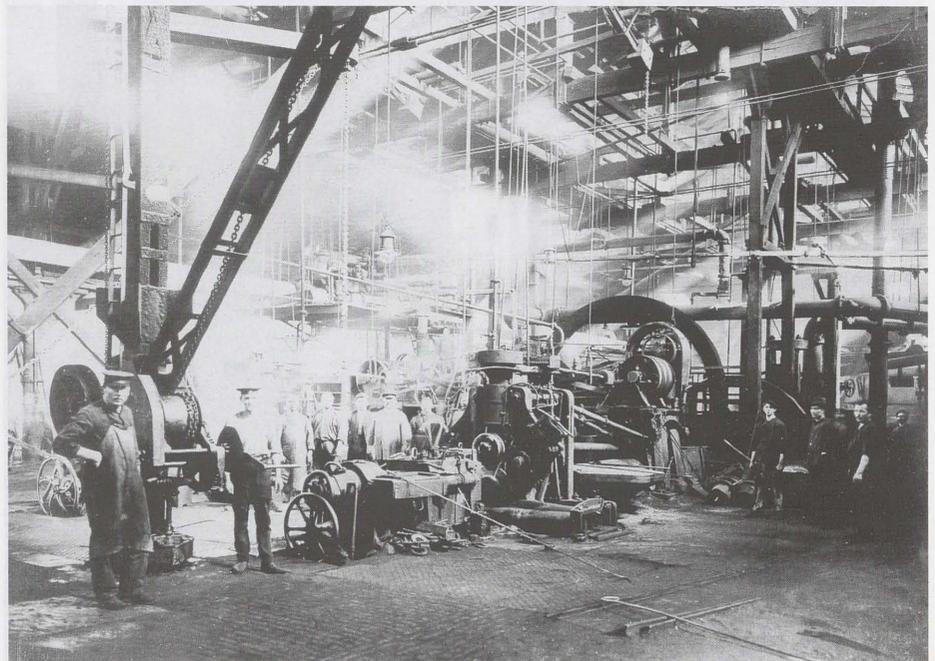
Das war nach vorausgegangenen kleineren Bestellungen aus Belgien, aus Holland, aus Russland und vor allem aus Ägypten der Durchbruch – insgesamt wurden aus dem außerdeutschen Ausland bis 1860 siebzig Kanonen bestellt, davon mehr als die Hälfte von Ägypten. [2] „Kriegsmaterial“, das 1858 zum ersten Mal mehr als drei Prozent des Gesamtumsatzes erreicht hatte, schlug angesichts dieses Riesenauftrags im Wert von 200.000 Talern, also etwa 20 Millionen heutigen Geldes, 1859 mit 27 Prozent des Umsatzes zu Buche und blieb nach einem Rückgang auf etwa 10 Prozent Anfang der 1860er Jahre dann durchgängig durch Großbestellungen, die außer aus Preußen

vor allem zunächst aus Belgien und dann aus Russland, aber auch aus England eingingen [3], ein erheblicher Posten – bei ständig außerordentlich steigenden Gesamtumsätzen. 1863 waren es 30 Prozent, im folgenden Jahr schon 46, und 1876/77 erreichte er mit 56 Prozent erstmals über die Hälfte des inzwischen auf mehr als 41 Millionen, also fast eine Milliarde heutigen Geldes gewachsenen Gesamtumsatzes. Freilich, dass sich in den 1860er Jahren der Umsatz verachtfachte und die Zahl der Beschäftigten sich verfünffachte, war hierauf weder ausschließlich noch auch nur hauptsächlich zurückzuführen:

Auch ohne kriegs- und rüstungsbedingte Aufträge hätte sich der Umsatz mehr als verfünffacht, so gut war die Auftragslage auch im nichtmilitärischen Bereich.

Immerhin, über die europaweite Wirtschaftskrise von 1857/58 brachte der Großauftrag vom 10. Mai 1859 das Unternehmen hinweg. Es konnte im Unterschied zu vielen anderen seinen Umsatz im Vergleich zum Vorjahr halten, ja, noch etwas vermehren – allerdings bei erheblich steigenden und damit den Gewinn mindernden Beschäftigtenzahlen, denn um den Auftrag pünktlich ausführen zu können, musste man viele neue Arbeiter einstellen. Krupp hat das nicht nur hingegenommen, sondern ausdrücklich begrüßt. Ihm ging es nicht in erster Linie um Steigerung, zumindest Verstetigung des Gewinns, sondern stets um Steigerung der Kapazitäten, um Expansion, um Investition in die Zukunft. Auf einem Brief Richard Eichhoffs vom 23. Februar 1863 notierte er quer über den Text: „Meine Ungeduld ist ein Crocodill, das lässt sich nicht bezähmen. Was im Reiche der Möglichkeit nicht liegt, darauf muss man verzichten. Was aber erreichbar ist, muss umso mehr beschleunigt werden.“ Und am

Ein Bandagenwalzwerk in der Essener Gussstahlfabrik. Die aus einem massiven Gussstahlblock gewalzten nahtlosen Radreifen für Eisenbahnräder (die so genannten „Bandagen“) waren neben Federn das erste wichtige Massenprodukt der Firma. In den 1850er Jahren durch Patente geschützt, bildeten sie auch wirtschaftlich die wichtigste Grundlage für das gigantische Wachstum der Fabrik. Die Aufnahme aus dem Jahr 1910 zeigt eines der zu diesem Zeitpunkt schon veralteten Walzwerke der ersten Generation. Ein glühender Stahling wurde senkrecht zwischen den vergleichsweise kleinen Walzen in der Bildmitte eingespannt und dabei gleichzeitig gestreckt und geformt. Den Antrieb der Walzen übernahm die Dampfmaschine im Hintergrund.





Ende: „So lange als ich lebe werde ich immer treiben.“ [4]

Mit dieser Haltung und der finanziellen Unterstützung von Teilhabern, die freilich über sein Geschäftsgebaren oft eher erschrocken waren, gelang ihm in den folgenden Jahren ein beispielloser Aufschwung, der Aufstieg der Firma zu einem Weltunternehmen mit, an der Schwelle zu ersten Weltwirtschaftskrise von 1873, 12.000 Beschäftigten und einem Umsatz von damals über 40 Millionen Mark, fast anderthalb Milliarden heutigen Geldes. Es waren nach allgemeiner Einschätzung vor allem die Kanonen, die Krupp dahin gebracht hatten, aber es waren nicht nur sie, ja, wie gesagt, nicht einmal in erster Linie sie. Wenn schon „König“, dann war der Inhaber ein „Stahlkönig“, nicht speziell ein „Kanonenkönig“, und so verstand er sich auch.

Der mühsame Weg zum gussstählernen Kanonenrohr

Es war schon richtig, was er Anfang 1859 an seinen Pariser Vertreter Haab schrieb: Es sei ihm bei all den jahrelangen Experimenten mit der Gewehr- und Geschützproduktion vor allem um den „Beweis“ gegangen, „was das hiesige Werk [eben die „Gussstahlfabrik“] leisten könne“. Begonnen hatte er mit diesen Experimenten bereits vor 1848. Damals, 1843, hatte man in der Firma die ersten hohlge-

schmiedeten Gewehrläufe hergestellt und sich um Kunden dafür bemüht. Es war in der Tat ein doppeltes Experiment gewesen: ein Produktionsexperiment und ein Marktexperiment. Praktische Erfahrungen hatte man so gut wie keine, und ob sich überhaupt ein Markt für ein solches Produkt, wenn es denn überhaupt wirklich produktionsreif wurde, eröffnen ließe, stand ganz dahin. Krupp hatte sich auf die Sache nur eingelassen, weil er stets und in die verschiedensten Richtungen hin auf der Suche nach absatzträglichen Verwendungsmöglichkeiten für das war, was die von ihm geleitete Firma primär produzierte: Gussstahl. Der Gute-Hoffnungs-Hütte hatte er damals einen solchen gussstählernen Lauf mit der Bemerkung geschickt: „Von solchem Gussstahl kann ich Ihnen alle Theile liefern, bei welchen größere Stärke und Widerstand gegen Abnutzung als man von Eisen erwarten kann wünschenswert ist.“ [5] Gleichzeitig hatte er damit begonnen, mit der Anfertigung von stählernen Brustpanzern für die Panzerreiter, die so genannten Kürassiere, zu experimentieren und sie der preußischen Armee anzutragen. Und mit Gewehrläufen und Kürassen war auch die Idee einer Gussstahlkanone in Alfred Krupps Überlegungen aufgetaucht, als Herausforderung an „sein“ Material und als zusätzliche mögliche Erweiterung der Warenpalette der Firma, um die es ihm in jenen Jahren, ja, eigentlich sein ganzes Leben hindurch vornehmlich ging.

Ein Tiegelstahlguss im „Schmelzbau“ der Essener Gussstahlfabrik 1902. Der in England entwickelte Tiegelstahl war Ausgangspunkt der Fabrik, denn speziell zu seiner Nachahmung erfolgte die Fabrikgründung durch Friedrich Krupp. Bei diesem Verfahren wurde ein kohlenstoffreicher Stahl in feuerfesten Tongefäßen geschmolzen und dadurch von allen Verunreinigungen befreit. Große Stücke konnten bei dieser sehr aufwändigen Methode nur durch das Zusammenbiegen vieler Tiegel erzielt werden. Das wurde zur Spezialität von Krupp. Die Aufnahme zeigt die weiß glühenden Tiegel, die von jeweils zwei Arbeitern mit einer Zange getragen werden. In der Bildmitte befindet sich die Eingussrinne für eine unter dem Bodenniveau befindliche Gussform, in die der Stahl aus den Tiegeln nach und nach entleert wird. Der nach strengen Regeln wie eine Prozession ablaufende Gießvorgang bot ein so eindrucksvolles Bild, dass er hohen Besuchern gern als Höhepunkt einer Werksbesichtigung vorgeführt wurde. Den Rahmen dafür gab seit 1887 eine Hallenkonstruktion, die wie eine Kirche aus Haupt- und Nebenschiffen bestand. Aus fotografischen Gründen ist die Situation nachgestellt, die kalten Tiegel sind weiß angemalt.

Der Weg von der Idee zu dem Versuch, sie praktisch zu verwirklichen, zog sich dann allerdings sehr lang hin. Das war für Krupp durchaus ungewöhnlich, meistens machte er sich sogleich an die Herstellung eines Prototyps. Zwar hatte er im Sommer 1843 nach einem Besuch bei der staatlichen Gewehrfabrik Saarn bei Mülheim in einem Brief an einen dort tätigen Leutnant von Donat sofort kühn erklärt, er betrachte die stählernen Gewehrläufe nur als „Probe im Kleinen“ und als „Maßstab für die Tüchtigkeit dieses Materials zu Kanonen“. [6] Aber



Ein Riesenunternehmen auch nach den Maßstäben des neuen Jahrhunderts: Die von Otto Bollhagen als Gemälde gestaltete Vogelschau von Westen zeigt die Ausdehnung der Essener Gussstahlfabrik im Jubiläumsjahr 1912. Im Vordergrund sind die neuen großen Hallen für die Rüstungsfertigung zu erkennen, in der Bildmitte mit Turm die Hauptverwaltung, im Hintergrund ist die Altstadt von Essen angedeutet. 1912 hatte das Unternehmen allein in Essen rund 38.000 Beschäftigte. 1912/13 erzielte es mit mehr als 430 Millionen Mark seinen höchsten Umsatz vor Beginn des Ersten Weltkrieges. Der Gewinn nach Steuern betrug fast 37 Millionen Mark.

der Aufwand für ein solches Experiment erschien dann doch wohl selbst ihm zu hoch angesichts der Tatsache, dass sämtliche Artillerieoffiziere der Welt zum damaligen Zeitpunkt, außer bei kleinen Kalibern, auf Bronzekanonen schworen und schon die „Probe im Kleinen“, der hohlgeschmiedete Gewehrlauf, sowohl in Preußen als auch in Frankreich, wohin Krupp seine Fühler gleichfalls ausstreckte, auf wenig Gegenliebe stieß. Er hätte neue Öfen und Hämmer bauen müssen, und das alles auf die vage Aufforderung des Allgemeinen Kriegsdepartements in Berlin hin, zu der sich dieses immerhin verstand, einmal einen stählernen Sechspfünder nach dem Vorbild der gusseisernen preußischen Bauart zu „gießen“. Dass jener das gleiche Gewicht wie dieser haben sollte, um den Rückstoß auszuhalten, sprach nicht gerade für große Sachkenntnis: Krupps Argument zielte ja gerade auf erhöhte Festigkeit bei weit geringerem Gewicht, also auch größerer Beweglichkeit. Ein gleich schweres

Gussstahlrohr hingegen würde ein Vielfaches gegenüber einem gusseisernen kosten, würde also beim Finanzminister nie durchzusetzen sein. So bat Krupp um Aufschub, um den potenziellen Auftraggeber nicht für alle Zukunft zu verärgern.

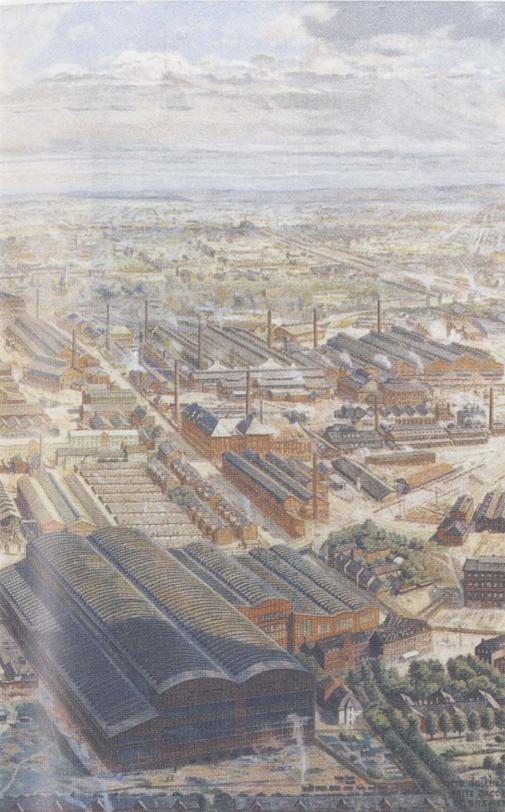
Im Hochsommer 1847, mehr als drei Jahre nach der Aufforderung aus Berlin, hat Krupp dann unter größter Geheimhaltung und nach vorangegangenen Modellversuchen ein erstes gussstählernes Kanonenrohr fertigen lassen, allerdings erheblich kleiner als der geforderte Sechspfünder, mit einer Weite von 6,5 Zentimetern, was ungefähr einem Dreipfünder entsprach. Das Rohr ging im September zur Montage und anschließenden Erprobung nach Spandau, in die dortigen Artilleriewerkstätten. Dort freilich blieb es zu-

nächst einfach liegen, und Revolution und Regierungswechsel ließen die Sache dann erst einmal noch weiter versinken.

Krupp jedoch ließ sich nicht beirren. Er richtete Eingabe um Eingabe an das Allgemeine Kriegsdepartement und erreichte schließlich, nach dem definitiven Sieg der Gegenrevolution mit tatkräftiger Unterstützung preußischer Truppen auch außerhalb Preußens, vor allem in der Pfalz und in Baden, dass im Juni 1849 ein Probeschießen auf dem Tegeler Schießplatz abgehalten wurde. Das Ergebnis überraschte alle Welt. Das Rohr erwies sich als unverwundlich, und die abschließende geplante Sprengung zur zusätzlichen Materialprüfung führte fast zu einem tödlichen Unfall, so große Pulvermassen musste man dafür am Ende einsetzen.



Die Gartenseite der „Villa Hügel“, aufgenommen wenige Jahre nach der Fertigstellung. Die Villa entstand zwischen 1870 und 1873 oberhalb der Ruhr im Essener Süden, etwa zehn Kilometer von der Fabrik mit ihrem Lärm und Schmutz entfernt. Die Villa Hügel diente nicht nur als Wohnhaus der Familie, sondern war zugleich ein Ort der Repräsentation. Hier konnten die wichtigen Besucher der Fabrik, darunter nicht selten Kaiser und Könige, standesgemäß empfangen werden.



Buchtipps

Eine Biografie des Krupp-Unternehmens

In allgemeiner Absicht, mit dem Blick auf das Ganze der wirtschaftlichen, politischen und gesellschaftlichen Entwicklung Deutschlands im 19. Jahrhundert ist diese Geschichte der Firma Krupp von Lothar Gall angelegt. Es ist eine Biografie des Krupp-Unternehmens von seiner Gründung bis zum Ersten Weltkrieg. In ihr spiegelt sich die Industrialisierung mit ihren Problemen und vielfältigen Entwicklungen ebenso wie die politische Entwicklung des entstehenden deutschen Nationalstaates, als dessen Waffenschmied Krupp gleichsam zu einem „Nationalinstitut“ wurde. Die prägende Gestalt der Eigentümer und deren Vorstellungen werden ebenso geschildert wie das Wachstum des Unternehmens als Organisation und als Personenverband. Dass die Krupps nicht nur in ihrer Ge-

schäftspolitik auf den Staat blickten, ist dabei eine der Grundthesen des Werkes. Der Staat war Vorbild für die Struktur des Werkes, das seit den 1850er Jahren förmlich explodierte und 1870 bereits ein Personenverband von der Größe einer Kleinstadt war.



Lothar Gall, *Krupp – Der Aufstieg eines Industrieimperiums*, Berlin 2000, Siedler Verlag, ISBN: 3-88680-583-2, 400 Seiten, 49,90 DM

So überzeugend freilich die technische Prüfung ausfiel – die Kosten erwiesen sich zunächst als ein unüberwindliches Hindernis. „Wir können Sie daher nicht aufmuntern“, ließ das Allgemeine Kriegsdepartement Krupp trocken wissen, „die Versuche fortzusetzen, wenn Sie nicht im Voraus absehen, dass es Ihnen gelingen wird, das aus der großen Kostbarkeit entspringende Hindernis für die Einführung derartiger Rohre zu beseitigen.“ Das Departement jedenfalls werde sich daran nicht beteiligen: Es „können keine Kosten auf Versuche verwendet werden, die voraussichtlich für die Praxis keinen Erfolg haben“. [7]

Das war eindeutig, und so hat sich Krupp in den nächsten Jahren ganz – und mit großem Erfolg – auf alles konzentriert, was mit dem Eisenbahnbau zusammenhing: auf Schienen, auf Bandagen,

auf Achsen und Antriebsaggregate. Aufgegeben aber hat er die Sache nicht. Für die erste Weltausstellung 1851 in London plante er, der sich bei dieser Gelegenheit zusätzlich als ein geborenes Talent für den neuen Bereich der „Reklame“, der genau kalkulierten Werbung erwies, nun doch einen „Sechspfünder“ [vgl. auch den Beitrag von Barbara Wolbring, Krupp und die Öffentlichkeit im 19. Jahrhundert, S. 62]. Er sollte an geeigneter Stelle neben einem Kriegszelt mit der preußischen Fahne und umgeben von hochpolierten Kürassen stehen; den anderen Blickfang sollte ein „monsterpiece“, ein Gussblock

von 4.300 Pfund Gewicht bilden, fast 2.000 Pfund schwerer als das, was die englische Konkurrenz bei dieser Gelegenheit auf die Beine gebracht hatte. Beides gelang und sicherte der Firma im Mutterland der industriellen Revolution größte Aufmerksamkeit. [8]

Preußens Großauftrag und Vorstöße bei potentiellen Bestellern

Mehr als „Reklame“ war der Sechspfünder allerdings kaum. Liefern konnte ihn die Firma nicht, jedenfalls nicht in größerer, einigermaßen rentabler Stück-

Straßenzug in der Kolonie „Alfredshof“ in Essen, aufgenommen etwa 1896 kurz nach der Fertigstellung der Arbeitersiedlung. Seit den 1860er Jahren baute Krupp Wohnungen für die Arbeiter seiner Fabrik. Die Wohnungsnot der tausenden von Arbeitern, die wegen Krupp nach Essen kamen, war ein Problem, das die Stadt allein nicht lösen konnte. Die Werkswohnungen waren Teil des so genannten „Sozialwerkes“, der Sozialleistungen, die das Unternehmen neben dem Lohn gewährte. Neben den Wohnungen gehörten hierzu u.a. eine Kranken- und eine Pensionskasse, die auch Witwen und Waisen unterstützte. Die „Wohlfahrtseinrichtungen“ Krupps linderten die Not der Arbeiter; vor allem später waren sie dennoch umstritten, da die Firma mit ihrer umfassenden sozialen Fürsorge klare Erwartungen an die Loyalität der Beschäftigten und auch die Forderung nach politischer Enthaltsamkeit verband.

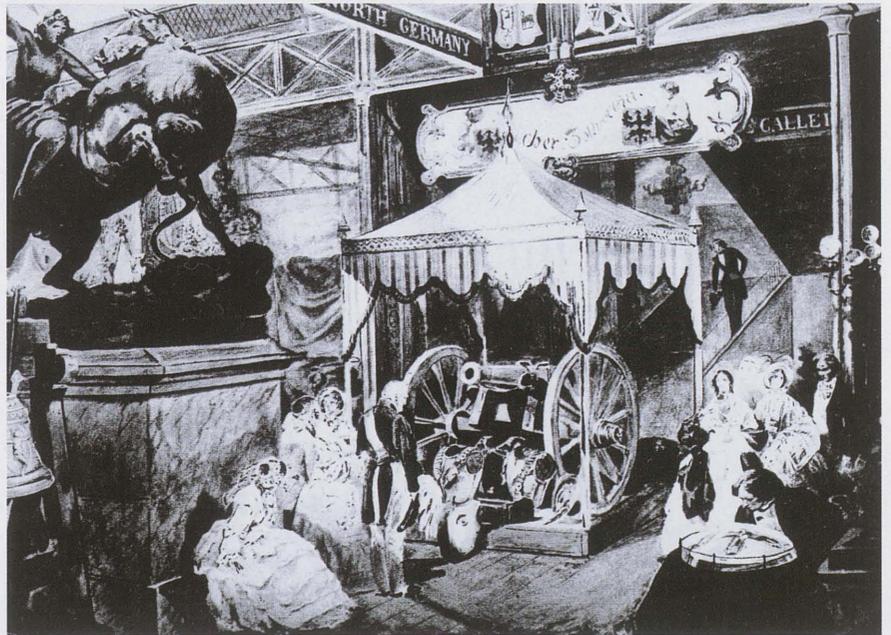


Krupp und die Öffentlichkeit im 19. Jahrhundert

Dieses Ding da wird einer der merkwürdigsten Denksteine in der Geschichte der industriellen Entwicklung Deutschlands werden.“ Mit diesen emphatischen Worten pries einer der angesehensten deutschen Industriellen, Friedrich Harkort, Krupps Beitrag zur ersten Weltausstellung 1851 in London. Der größte bis dahin aus Gussstahl gegossene Block war eine technische Meisterleistung, er wurde zum vielbestaunten Publikumsmagneten und machte Krupp mit einem Schlag berühmt. Wie ein Ausrufezeichen, ein „Denkstein“, wie Harkort gesagt hatte, steht er damit am Anfang des beispiellosen Aufstiegs der Firma Krupp vom Familienbetrieb zum Weltunternehmen. Die Firma Fried. Krupp war 1851 ein Unternehmen, das innovative Produkte etablieren musste und das hierfür die neuen Möglichkeiten der Öffentlichkeit aktiv zu nutzen verstand. Dazu gehörten neben den Weltausstellungen auch verschiedene Formen der Werbung und der Firmenpräsentation.

Der Block steht auch am Anfang jener Entwicklung, die die Firma im Verständnis Krupps aber auch der allgemeinen Wahrnehmung zu einem „Nationalwerk“ machte. Krupp stand später für die deutsche Industrie schlechthin, und schon 1851, das hat Harkort sofort erkannt, gewann sein Erfolg Bedeutung für Deutschland insgesamt. Er war ein „Denkstein für die industrielle Entwicklung Deutschlands“, weil er aller Welt zeigte, zu welcher Könnerschaft es die deutsche Stahlindustrie gebracht hatte. Bis dahin hatte Deutschland als industrielles Entwicklungsland gegolten. Krupp hat also mit dem Gussstahlblock die bis dahin besonders in der Eisen- und Stahlbereitung uneinholbar scheinenden Engländer geschlagen – und das vor den Augen der Welt, auf der ersten Weltausstellung, noch dazu in ihrem eigenen Land.

Die Episode wirft ein Schlaglicht auf das Geschick, mit dem Alfred Krupp seine Firma und seine Produkte öffentlich präsentierte. Er erkannte die Chance, die sich ihm auf der Weltausstellung bot, und unterschied sich damit von seinem Geschäftspartner Fritz Sölling, der über die Kosten des Unternehmens schimpfte, das keine unmittelbaren Aufträge brachte, und ebenso von vielen anderen Fabrikanten, die



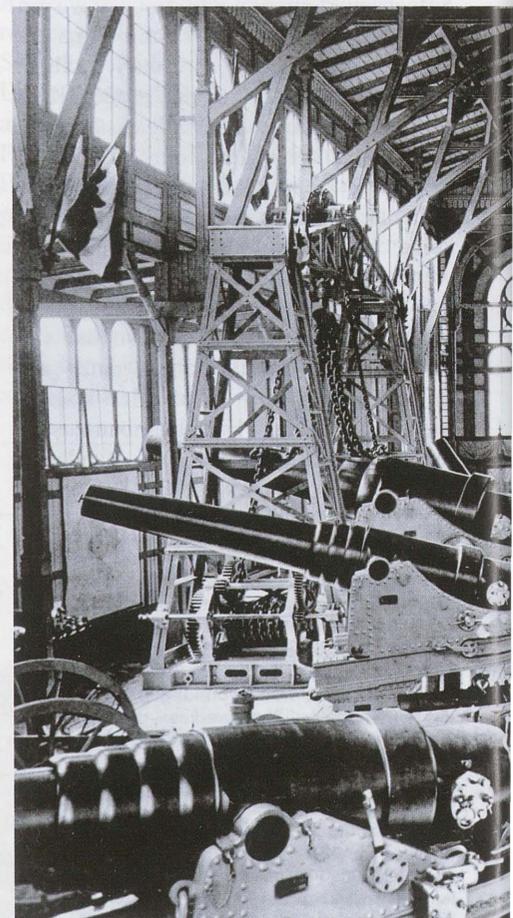
Bei der ersten Weltausstellung 1851 in London konnte Krupp zwei Attraktionen bieten: Neben dem größten bis dahin gegossenen Stahlblock eine Kanone aus Gussstahl. Krupp präsentierte sie effektiv unter einem Militärzelt, im Vordergrund drapierte er ebenfalls aus „seinem“ Stahl gefertigte Brustpanzer. Bei der Kanone handelte es sich um einen Prototyp, der noch keinen Schuss abgegeben hatte. Seine Serienreife war vollends ungewiss. Dennoch gelang es Krupp mit diesem Arrangement und vor allem mit der Kanone, die Aufmerksamkeit des preußischen Königs zu erringen.

neben den Kosten die neugierigen Blicke der Konkurrenz fürchteten.

Das tat Alfred Krupp sonst auch. Journalisten gegenüber war er verschlossen und befürchtete bei Besuchern der Fabrik stets Spionageabsichten. Auch sein Verhalten im deutsch-französischen Krieg scheint zunächst nicht zu seiner auf den Weltausstellungen demonstrierten Aufgeschlossenheit gegenüber der Öffentlichkeit zu passen, bat er doch darum, das großzügige Angebot einer Gratislieferung von Kanonen im Wert von einer Million Talern geheim zu halten. Dieses Verhalten zeigt, dass die Öffentlichkeit nicht der eigentliche Adressat des Stahlfabrikanten war. Er nutzte sie lediglich als Medium, um seine eigentlichen Kommunikationspartner, die Vertreter der Eisenbahngesellschaften, Militärs, Minister und den König selbst, seine Kunden also, auf sich und seine Fabrik aufmerksam zu machen. Das Urteil des „Publikums“, der allgemeinen Öffentlichkeit, schätzte er demgegenüber gering ein. Sein Unternehmen

betrachtete er als Privatangelegenheit, in die er sich jede Einmischung, sogar jede Einsichtnahme von außen verbat.

Schon zu Lebzeiten Alfred Krupps war dieses Konzept schließlich nicht mehr angemessen. Wie in so vie-



len anderen Bereichen der Firmenleitung versuchten auch hier die leitenden Angestellten Änderungen herbeizuführen, was dann nach dem Tod Alfred Krupps 1887 durch den Sohn und Erben Friedrich Alfred Krupp aufgegriffen und verstärkt wurde. Er trug der Tatsache Rechnung, dass das Unternehmen längst zu einem Gegenstand des öffentlichen Interesses geworden war.

Dennoch geriet das Unternehmen, das gegen Ende des 19. Jahrhunderts wie kein zweites für die wirtschaftliche und militärische Macht des Deutschen Reiches stand, zunehmend in Verdacht, seine Ausnahmestellung auszunutzen und sich vor allem beim Flottenbau auf Kosten des Staates zu bereichern. Diese Stimmung, die vom Leiter des Reichsmarineamtes, Alfred von Tirpitz, teilweise bewusst geschürt wurde, um bei Preisverhandlungen Druck auf die Firma auszuüben, griff bis weit in die bürgerliche Öffentlichkeit hinein Platz. Von den Sozialdemokraten vorgebracht, meinte das gegen die Firma Krupp und ihren Inhaber gerichtete Misstrauen dabei in der Regel die Industrie und den Kapitalismus insgesamt. Besonders Friedrich Alfred Krupp schien seit den 1890er Jahren

wie kein anderer dieses System zu verkörpern. Er wurde als der personifizierte Klassenfeind zum bevorzugten Ziel sozialdemokratischer Attacken.

Die Debatten stellten der Firmenleitung mit übergroßer Deutlichkeit die Tatsache vor Augen, dass Krupp, dass die Firma und ihre Inhaber nicht einfach private Geschäftsleute waren, sondern dass sie in allem auf der Bühne der Öffentlichkeit agierten und dabei von allen beobachtet wurden, von vielen sogar äußerst misstrauisch beäugt. Was Alfred Krupp systematisch grundgelegt und 1851 in London eindrucksvoll demonstriert hatte, die enge Verbindung seines Namens mit Deutschland insgesamt, kehrte hier unter anderen Vorzeichen zurück. Es genügte fortan nicht mehr, Öffentlichkeit als Medium zu nutzen, es wurde vielmehr unumgänglich, den eigenen Standpunkt, ja, das Unternehmen selbst, allgemein zu vermitteln und um das Vertrauen der Öffentlichkeit zu werben.

Barbara Wolbring

Barbara Wolbring, Krupp und die Öffentlichkeit im 19. Jahrhundert – Selbstdarstellung, öffentliche Wahrnehmung und gesellschaftliche Kommunikation, München 2000, Verlag C. H. Beck, ISBN 3-406-46527-7380, Seiten, 84 DM



Der Krupp-Pavillon auf der Weltausstellung in Wien 1873. Die Präsentation der Erzeugnisse zeigt die Aufteilung der Produkte in die Bereiche Kriegs- und Friedensmaterial. Auf der linken Seite stehen Geschütze unterschiedlicher Bauart, rechts vorn zunächst Eisenbahnräder, dahinter eine große Kurbelwelle, ein massiver Stahlblock aus Tiegelstahl und ganz hinten Achsen und Federn für die Eisenbahn. Die Präsenz der einzelnen Produkte auf der Ausstellung entsprach nur bedingt der Bedeutung für den Umsatz der Firma, die „Waffenschmiede“ lebte immer zum überwiegenden Teil von den nichtmilitärischen Erzeugnissen.

zahl. Und vor allem: Es gab in Wahrheit niemand, der ihn haben wollte, schon gar nicht das Land, vor dessen Fahne er präsentiert wurde, nämlich Preußen. Zwar hatte Krupp eine Prunklafette für das Londoner Geschütz bei den Deutzer Artilleriewerkstätten bestellt, um es in dieser Form dem preußischen König zu schenken. Aber er war sich wohl völlig im Klaren darüber, dass das nur eine weitere Werbeaktion sein werde, ein Werbe Geschenk, berechnet auf eine ganz unabsehbare Zukunft. Immerhin war der Prinz von Preußen, der Bruder des kinderlosen Monarchen und ein an technischen Neuerungen stets interessierter langgedienter Soldat, auf die Sache aufmerksam geworden und hatte den Wunsch geäußert, das Wunderding vorgeführt zu bekommen. Es war der gleiche Prinz von Preußen, der so genannte Kartätschenprinz von 1848, der knapp acht Jahre später, nunmehr „Prinzregent“ in Vertretung seines für geisteskrank erklärten Bruders Friedrich Wilhelm IV., die Erhöhung der geplanten Bestellung von 72 auf 300 Kanonenrohblöcke verfügte und Krupp damit gewissermaßen, zwei Jahre vor seiner eigenen Krönung als Wilhelm I. von Preußen, auf den Thron des „Kanonenkönigs“ erhob.

Diese acht Jahre zwischen der Londoner Weltausstellung und dem Entscheidungsjahr des italienischen Krieges waren Jahre des Experimentierens und immer neuer Vorstöße bei potenziellen Bestellern, vor allem stets aufs Neue in Berlin. 1853 hatte Prinz Wilhelm das Essener Werk besucht. 1854 hatten erste, wieder sehr erfolgreiche Schießproben mit einem Zwölfpfünder auf dem Übungsplatz der braunschweigischen Artillerie stattgefunden. Ein Jahr später zeigte er ihn zusammen mit einem nun fünftausend Kiloschweren Gussstahlblock – „la sacrée tête carrée d'Allemand“, wie die Pariser sagten – auf der diesmal in Paris stattfindenden zweiten Weltausstellung. Man befand sich auf dem Höhepunkt des so genannten Krimkrieges zwischen Russland und den beiden Westmächten, England und Frankreich. Dabei setzte sich Österreich mit seiner Neutralitätspolitik zwischen alle Stühle, und der einzige italienische Staat mit einer eingeborenen Dynastie, auf dem die Hoffnungen zahlreicher Vertreter der italienischen Nationalbewegung ruhten, das kleine Piemont-Sardinien-Savoyen, sicherte sich durch seine Teilnahme an diesem Krieg die Sympathien und die Unterstützung sowohl von Paris als auch von London; die antiösterreichische französisch-italienische Allianz zeichnete sich hier bereits ab.

Alle Welt war überzeugt, dass dies, nach Jahrzehnten lokal begrenzter Kriege,

Der Speisplatz für die Arbeiter: Innenansicht einer „Menage“ der Gussstahlfabrik vor 1914. An verschiedenen Stellen rund um und zum Teil im Werks-gelände der Essener Fabrik gab es Speise-säle, in denen die Arbeiter warme Speisen erhalten konnten. Die Fürsorge galt allen Angehörigen des Unter-nnehmens, sie relativierte aber keineswegs (wie der Vergleich zum Beamtenkasino zeigt) die Standesunterschiede zwischen Arbeitern und Angestellten.



nicht der letzte militärische Konflikt zwischen den europäischen Großmächten sein werde. Zu ihnen gehörte auch der preußische Bundestagsgesandte Otto von Bismarck, einer der führenden Vertreter der neuen Generation preußischer Konservativer, der in jenen Tagen Paris besuchte und ein langes Gespräch mit Napoleon III. hatte, den als „Mann der Revolution“ außenpolitisch zu isolieren bisher eines der erklärten Ziele des preußischen Konservatismus gewesen war. Man könne nicht erfolgreich Politik machen, erklärte Bismarck damals seinem väterlichen Mentor Leopold von Gerlach, dem höchst einflussreichen Generaladjutanten Friedrich Wilhelms IV., wenn „ein Teil des Schachbrettes uns nach unserem eigenen Willen verschlossen bleibt“ [9], und plädierte für eine unabhängige Macht- und Interessenpolitik Preußens, das bisher, im Schlepptau Österreichs, jenes

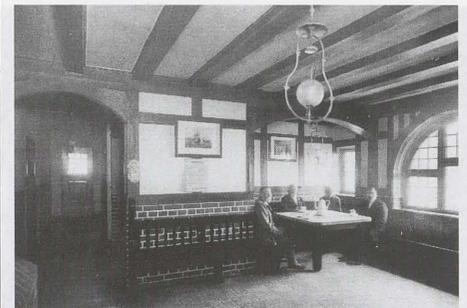
„wurmstichigen alten Orlogschiffes“, wie er sich ausdrückte [10], gleichfalls einen Neutralitätskurs, allerdings ohne erkennbare eigene Ziele gesteuert hatte. Auch wenn jemand wie Krupp immer wieder betonte, Politik interessiere ihn nicht und er verstehe auch nichts davon, so konnte doch nur ein Blinder übersehen, dass angesichts all dessen der Rüstungsbedarf in ganz Europa in den nächsten Jahren gewaltig ansteigen werde. Und blind war Alfred Krupp nicht.

Sein Problem allerdings bestand darin, dass sein Werkstoff auf diesem Gebiet nach wie vor umstritten war. Zu den Kostengründen, die auch durch die leichtere Bauart, die die Qualität des Stahls ermöglichte, nicht ganz zu beseitigen waren, kam die Vorliebe der großen Mehrheit der Artillerieoffiziere für das traditionelle Bronzegegeschütz. Einige wenige, mehr für die Waffensammlung im Berliner Zeug-

haus als für die Praxis bestimmte Gussstahlrohre – das war alles, was Preußen bis 1859 bestellte, dessen nunmehriger Prinzregent noch dazu im Februar 1858, zu Krupps größter Enttäuschung, verfügt hatte, dass die zwölf- und vierundzwanzigpfündigen gezogenen Festungs- und Belagerungsgeschütze aus Gusseisen gefertigt werden sollten. Und auch die anderen Länder, denen Krupp nach der Berliner Auskunft, er möge mit seiner Erfindung „nach Belieben“ verfahren, Versuchsrohre geliefert hatte, Frankreich, Russland und England, Bayern, Österreich, Hannover, Braunschweig, Württemberg oder die Schweiz, hielten sich mit Bestellungen nach wie vor zurück; sechszwanzig Kanonen für Ägypten bildeten damals den Rekord.

Russland – ein idealer Partner im Kanonengeschäft

Vor diesem Hintergrund erscheinen die resignierenden Bemerkungen Krupps gegenüber seinem Pariser Vertreter vom Januar 1859 einigermaßen plausibel. Ganz entsprachen sie allerdings auch damals nicht seiner Einschätzung der Lage, von dem, was ihm seine Mentalität diktierte, ganz zu schweigen. Das im Krimkrieg gegen die Westmächte unterlegene,



Innenansicht in einem „Pfründnerhaus“ in Essen. Zu den besonderen Formen der Sozialeinrichtungen gehörten die Wohnhäuser der Kolonie „Altenhof“, in denen verdiente Pensionäre der Fabrik kostenfrei wohnen konnten. Die undatierte Aufnahme zeigt die Wohnstube in einem Haus für alleinstehende Männer.

Im „Beamten-Casino“ der Essener Gussstahlfabrik wurde die Bürgerlichkeit der gehobenen Angestellten regelrecht zelebriert. Die höheren „Beamten“ der Firma, gut bezahlte Akademiker oder aufgestiegene Fachkräfte, blieben im Kasino unter sich. Neben der geselligen Freizeitgestaltung traf man sich im Kasino auch zum Mittagessen, das Bild zeigt den dafür eingerichteten „Restaurationsaal“ um 1900.



mit seinem bisherigen Verbündeten Österreich ganz zerfallene Russland richtete seine Augen bei seinen Wiederaufrüstungsbemühungen ganz selbstverständlich auf Preußen als seinen einzigen noch verbliebenen Partner im Konzert der europäischen Großmächte. Und nach St. Petersburg bestanden andererseits von Krupp aus seit langem intensive geschäftliche Beziehungen. [11] Dem erklärten Wunsch des Zarenreiches, die eigene Machtstellung militärisch wieder zu befestigen und sich vor allem, nach den Erfahrungen des Krimkrieges, gegen An-

griffe von See wirksamer zu schützen, standen dabei, anders als in den meisten übrigen europäischen Staaten, keine Instanzen gegenüber, die die Ausgabenpolitik des Selbstherrschers kontrollierten und notfalls auch beschränkten. Russland war also ein geradezu idealer Partner für ein Unternehmen, dessen Inhaber und Leiter sich seinerseits in seine Entschlüsse von niemandem hineinreden lassen wollte und dazu zunehmend auch die Macht hatte.

Mit Russland über Kanonen ins Geschäft zu kommen musste ihn auch von daher reizen. Bis 1862 hatte Krupp an Russland eben einmal neun Kanonen geliefert, dann aber folgten bis 1870 nicht weniger als 1.157 Stück, überwiegend Feldkanonen mit einem Kaliber von 8,7 bzw. 10,7 cm und massiert im Jahr des preußisch-österreichischen Krieges 1866. [12] Daneben lieferte man auch noch Kürasse und Granaten, die Stahl durchschlagen konnten. Dabei wirkten russische Offiziere bei der Konzeption und Weiterentwicklung der Kanonen zunächst entscheidend mit, da Krupp anfangs weder über eine eigene Konstruktionsabteilung noch über Techniker verfügte, die mit der Berechnung von Geschützen vertraut waren. Diese Aufträge wurden generell nach den eingereichten Zeichnungen der Besteller ausgeführt. Allerdings blieben die Waffenexporte Krupps nach Russland in den 1860er Jahren noch erheblich hinter der englischen Konkurrenz, hinter Armstrong, Vickers, Broadwell oder Brown & Co. zurück.

Dies wurde jedoch dadurch kompensiert, dass Krupp gleichzeitig erhebliche Mengen an Eisenbahnmateriale, vor allem Bandagen, aber auch Federn, Federstahl und Speichenradsätze, daneben in kleinem Umfang auch Schienen an Russland lieferte – immerhin zwischen 1864 und Mitte 1873 im Wert von rund 8 Millionen Mark. [13]

Krupp durchbricht das Staatsmonopol

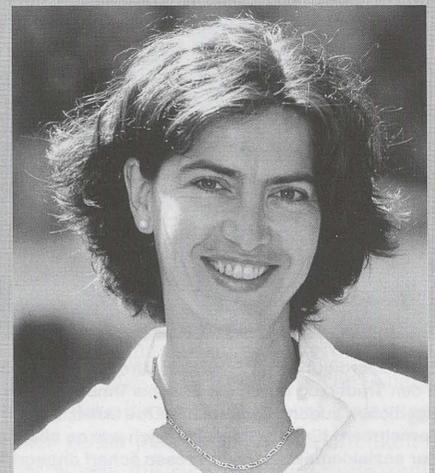
Zunächst allerdings war es, man kann es gar nicht nachdrücklich genug betonen, der preußische Großauftrag vom Mai 1859, der den entscheidenden Wendepunkt markierte – nicht nur zur Waffenproduktion im großen Stil, sondern auch hinsichtlich der inneren Konsolidierung des in den letzten Jahren so rasch und immer etwas hektisch gewachsenen Unternehmens. Dabei spielte neben der Tatsache, dass der Auftrag exakt mit einer Konjunkturflaute zusammenfiel, die für ein Unternehmen in dieser Phase seiner Entwicklung besonders bedrohlich war, noch etwas anderes eine sehr wichtige, ja, viel-



Professor Dr. Lothar Gall (63) lehrt seit 1975 als ordentlicher Professor an der Frankfurter Goethe-Universität Neuere Geschichte. In den letzten Jahren hat sich Gall verstärkt wirtschaftshistorischen Themen zugewandt, die er stets im Zusammenhang der allgemeinen Geschichte betrachtet. Von diesem Interesse zeugen bereits sein Beitrag „Die Deutsche Bank von ihrer Gründung bis zum Ersten Weltkrieg 1870-1914“ in der gemeinsam mit Gerald D. Feldman, Harold James, Carl-Ludwig Holtfrerich und Hans E. Büschgen verfassten Darstellung „Die Deutsche Bank 1870-1995“ (1995) und „Die Eisenbahn in Deutschland von den Anfängen bis zur Gegenwart“, das er 1999 gemeinsam mit Manfred Pohl herausgegeben und in dem er den Beitrag „Von den Anfängen bis zum Ersten Weltkrieg“ geleistet hat. Derzeit arbeitet Gall an einer Biografie des Bankiers Hermann Josef Abs, einer der prägenden Gestalten der Wirtschaft der Bundesrepublik. Einem größeren Publikum wurde er durch seine 1980 erschienene Biografie des ersten deutschen Kanzlers bekannt. „Bismarck. Der weiße Revolutionär“ ist mittlerweile in achter Auflage erschienen und wurde auch ins Englische, Französische, Italienische und Japanische übersetzt. Weitere Forschungsschwerpunkte Galls sind der Liberalismus und die Entwicklung der bürgerlichen Gesellschaft. Seine wichtigsten Arbeiten zum Liberalismus sind die Untersuchung „Benjamin Constant. Seine politische Ideenwelt und der deutsche Vormärz“ (1963) und seine 1968 erschienene Habilitationsschrift „Der Liberalismus als regierende Partei. Das Großherzogtum Baden zwischen Restauration und Reichsgründung“. Zur Entwicklung der bürgerlichen Gesellschaft hat Gall ein von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziertes Forschungsprojekt geleitet mit dem Titel „Stadt und Bürgertum im 19. Jahrhundert“ [vgl. FORSCHUNG FRANKFURT 3/1997], in dessen Rahmen 1989 auch sein Buch über „Bürgertum in Deutschland“ erschien, die Geschichte einer bürgerlichen Familie, der

Bassermanns, über neun Generationen vom Dreißigjährigen Krieg bis in unsere unmittelbare Gegenwart. Außerdem gingen aus diesem Projekt eine Fülle von Einzelstudien und mehrere Sammelwerke hervor. Gall ist Präsident der Historischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, er war bis 1998 Vizepräsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft und von 1992 bis 1996 Vorsitzender des Verbandes der Historiker Deutschlands. Er ist darüber hinaus Mitglied zahlreicher wissenschaftlicher Gesellschaften und Kommissionen. Seit 1975 ist er Herausgeber der „Historischen Zeitschrift“, des wichtigsten Publikationsorgans der deutschen Geschichtswissenschaft. Für sein wissenschaftliches Werk erhielt Gall zahlreiche Preise, darunter 1987 den Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft, 1990 den Herbert-Quandt-Medienpreis und vor allem 1993 den renommierten, vielfach mit dem Nobel-Preis verglichenen Balzan-Preis der internationalen Balzan-Stiftung.

Dr. Barbara Wolbring (35), studierte in Paris, Aix-en-Provence und Frankfurt am Main Geschichte, Rechtsgeschichte und Germanistik. Nach ihrem Magisterexamen 1992 war sie zunächst wissenschaftliche Mitarbeiterin im Historischen Institut der Deutschen Bank. 1995 kehrte sie an die Universität zurück, als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Historischen Seminar, wo sie 1999 promoviert wurde. In ihrer Dissertation, die im Herbst dieses Jahres unter dem Titel „Krupp und die Öffentlichkeit im 19. Jahrhundert. Selbstdarstellung, öffentliche Wahrnehmung und gesellschaftliche Kommunikation“ als Band 6 der Schriftenreihe zur Zeitschrift für Unternehmensgeschichte erscheint, zeigt sie, wie sich eines der großen deutschen Unternehmen allmählich zu einer Instanz des öffentlichen Lebens entwickelte und – zum Teil gegen den Willen der Inhaber – zum politischen Akteur wurde. Für die Arbeit erhielt sie einen der von der Gesellschaft für Unternehmensgeschichte verliehenen Preise für Unternehmensgeschichte und den Friedrich Sperl-Preis der Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität.





Friedrich Alfred Krupp (1854-1902), der einzige Sohn von Alfred Krupp und seit dessen Tod 1887 Inhaber der Gusstahlfabrik, ein Porträt aus den letzten Lebensjahren. Im Zeichen der konjunkturellen Wiederbelebung in den 1890er Jahren wurden die Werke erneut stark erweitert und mit der Angliederung von Außenwerken der Schritt zur Konzernbildung getan. Dieser Konzern beschäftigte 1914 mehr als 80.000 Arbeiter und Angestellte. Durch den Kauf der Kieler Germaniawerft und durch den Bau eines Panzerplattenwalzwerks in Essen wurde Krupp der wichtigste Lieferant und Ausrüster für die deutsche Flotte.



Die Unternehmenserin und ihr Ehemann, Bertha und Gustav Krupp von Bohlen und Halbach, aufgenommen 1910. Bertha Krupp (1886-1957), die älteste Tochter von Friedrich Alfred Krupp, wurde 1902 nach dem Testament ihres Großvaters die alleinige Erbin des Unternehmens. Dass sie es je leiten würde, stand natürlich außer Frage. Zunächst bildete ihre Mutter Margarethe gemeinsam mit bewährten Freunden der Familie den Aufsichtsrat des formal in eine AG umgewandelten Konzerns. 1909 trat dann der Diplomat Gustav Krupp von Bohlen und Halbach (1870-1950) an die Spitze des Aufsichtsrates. Er und Bertha Krupp hatten 1906 geheiratet. Damit der Firmenname der Familie erhalten bliebe, durften er und auch später der jeweilige Firmeninhaber seinem Namen den Namen Krupp voranstellen.



Bei der Beerdigung von Friedrich Alfred Krupp am 26. November 1902 führte Kaiser Wilhelm II. persönlich den Trauerzug durch die Essener Innenstadt an. Zum ersten mal wurde einem Industriellen, einem Bürgerlichen zudem, eine solche Ehre zuteil. Es war eine Anerkennung der gestiegenen Bedeutung von Unternehmern für den Staat. Zugleich war es eine Solidaritätserklärung an den Verstorbenen, der zuvor in der sozialdemokratischen Presse scharf angegriffen worden war. Der Vorwurf sexueller Ausschweifungen zielte auf das ökonomische, politische und soziale System des Kaiserreiches insgesamt, dessen moralische Verkommenheit und Dekadenz gezeigt werden sollten.

leicht zentrale Rolle. Waffen-, insbesondere Geschützproduktion war bisher in einem Staat wie Preußen – wie auch in Russland – Sache des Staates gewesen, so zusagen ein Monopol des staatlichen Souveräns. Krupp, der natürlich nicht bereit war, seine Betriebsgeheimnisse herauszugeben und die Tiegelstahlproduktion nach seinem Verfahren anderen zu überlassen, brach faktisch dieses Monopol. Auf der anderen Seite rückte er damit, da die Tradition eben eine ganz andere war und das Bewusstsein der entscheidenden Stellen wie auch weiter Kreise der Öffentlichkeit sich daran orientierte, in eine Sonderstellung ein, die den Platz und die Einschätzung des Unternehmens bis zum Ende des Kaiserreichs, ja, in vieler Hinsicht bis 1945 bestimmte – mit entsprechenden Folgen für die Haltung der Alliierten ihm gegenüber nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs. Anders gewendet, es resultierte daraus die Vorstellung einer außerordentlichen Staatsnähe, die, zunächst jedenfalls, weder in den ökonomischen Fakten noch in dem Ablauf der Entscheidungsprozesse eine Grundlage hatte.



Anmerkungen

- [1] Historisches Archiv Krupp, WA 3/23e, abgedruckt bei: Wilhelm Berdrow (Hrsg.): Alfred Krupps Briefe (1826-1887). Berlin 1928, 166.
- [2] „Verzeichnis der von der Gußstahlfabrik und vom Grusonwerk von 1847 bis 1912 gefertigten Kanonen“, HA Krupp, S3 WT1/3.
- [3] Belgien orderte bis 1869 – mit Schwerpunkt auf den Jahren 1861 und 1862 – 530, Russland – konzentriert auf die Jahre 1862/63 und 1866 – 1.151 und England 347 Kanonen, während Preußen als Hauptabnehmer 2.798 bestellte: Zahlen nach ebd.
- [4] HA Krupp, FAH 2 B 321.
- [5] 12. Dezember 1843: HA Krupp, FAH 2 B 97.
- [6] 16. Juli 1843: HA Krupp, FAH 2 B 97, abgedruckt bei Wilhelm Berdrow (Hrsg.): Alfred Krupps Briefe (1826-1887). Berlin 1928, 67f.
- [7] Zitiert nach Wilhelm Berdrow, Alfred Krupp, 1. Aufl. Berlin 1927, Bd. 1, 245.
- [8] Vgl. dazu im einzelnen Barbara Wolbring, Krupp und die Öffentlichkeit im 19. Jahrhundert. München 2000, 108ff.
- [9] 2. Mai 1857: Bismarck, Die gesammelten Werke (Friedrichsruher Ausgabe), Bd. 14,1, bearb. v. Hermann v. Petersdorff. Berlin 1924, 466.
- [10] An den preußischen Ministerpräsidenten und Außenminister Otto von Manteuffel am 15. Februar 1854: Bismarck, Die gesammelten Werke (Friedrichsruher Ausgabe), Bd. 1, hrsg. v. Wolfgang Windelband u. Werner Frauendienst. Berlin 1933, 427.
- [11] Vgl. dazu Walther Kirchner, One Hundred Years Krupp and Russia, in: Vierteljahrsschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte 69, 1982, 75-108.
- [12] Siehe die Übersicht in der mit dem Vermerk „Geheim“ versehenen Druckschrift: „Verzeichnis der von der Gußstahlfabrik und vom Grusonwerk von 1847 bis 1912 gefertigten Kanonen“, HA Krupp, S3 WT1/3. Zdenek Jindra, Zur Entwicklung und Stellung der Kanonenausfuhr der Firma Friedrich Krupp/Essen 1854-1912, in: Wirtschaft, Gesellschaft, Unternehmen. Festschrift für Hans Pohl zum 60. Geburtstag. Hrsg. v. Wilfried Feldenkirchen u. Frauke Schönert-Röhlk. Stuttgart 1995, 956-976.
- [13] Im Unterschied zu den Kanonen sind die genauen Zahlen aus den Akten nur mühsam und teilweise zu erschließen.

Das „vollkommene Geschlecht“ im Wandel

Zur Repräsentation von Männlichkeit in der Kunst

von Mechthild Fend
und Marianne Koos

Ein Plakat der Grünen zur hessischen Landtagswahl im Februar 1999 zeigte einen unbedeckten jungen Mann, der in etwas verschämter Pose seine Blöße mit einem Bügelbrett bedeckt (Abb. 1). Der Slogan „Nicht nur Erfolg macht sexy“ nimmt ironisch verkehrend den Werbespruch „Erfolg macht sexy. Sind Sie sexy?“ der Wirtschaftszeitung „Handelsblatt“ auf. Es wird nahe gelegt, dass dieser Mann nicht wegen seiner Berufskarriere, sondern dank seines Körpers und auf Grund von Kompetenzen, die traditionell als hausfrauiche gelten, attraktiv ist. Das Poster setzt mit dem nackten Körper eines Mannes – offensichtlich ein Model – ein Gegengewicht zu den in der Plakatwerbung der Parteien nach wie vor dominierenden seriösen Politikerköpfen. Unverhohlen reagiert es auf Motive aus der Produktwerbung für Rasierwasser, Bekleidung, Zigaretten etc., die in den neunziger Jahren zu einem Wandel des öffentlichen Bildes von Männlichkeit beigetragen haben. Zugleich suggeriert dieses Plakat, dass mit der veränderten visuellen Repräsentation von Männlichkeit ein gesellschaftspolitischer Wandel einhergegangen wäre: die Auflösung der traditionellen Arbeitsteilung, die ökonomische Emanzipation der Frau und ein gewandeltes männliches Selbstverständnis. Doch rechnet das Plakat auf der visuellen Ebene auch mit einem neuen weiblichen Selbstbewusstsein. Frauen, als einer der angesprochenen Zielgruppen, wird ein erotischer Blick verliehen.



Abb. 1: Werbeplakat der Grünen zur Hessischen Landtagswahl 1999.

Geschlechteridentität im Wandel

In Beispielen wie diesem manifestieren sich Verschiebungen des Männlichkeitsbildes und damit einhergehend der Konstruktionen von Weiblichkeit, die aktuellen Anlass bieten, den Blick unter der Kategorie des *gender* auf die Geschichte der Repräsentation von Männlichkeit zu richten. Männlichkeit und Weiblichkeit sind in der Regel reziprok definiert und können nicht isoliert betrachtet werden. Daher hat sich die Geschlechterforschung, die zunächst aus einer feministischen Intervention erwuchs, von der Frage nach den Frauen und der Weiblichkeit auf die Beziehung der Geschlechter und die Geschlechterdifferenz verlagert. Die Einführung und Theoretisierung des Begriffs *gender* stellte dabei einen entschei-

denden Paradigmenwechsel dar. *Gender* meint das sozial, historisch oder kulturell konstruierte Geschlecht im Gegensatz zum biologischen Geschlecht, im Englischen als „sex“ bezeichnet, eine Unterscheidung, die in der deutschen Sprache so nicht getroffen werden kann. Unter der veränderten Perspektive der *gender*-Forschung wurde deutlich, dass Männlichkeit eine Kategorie ist, die bislang kaum unter dem Gesichtspunkt geschlechtsspezifischer Prägungen untersucht worden ist. Männlichkeit (zumindest in ihrer heterosexuellen Form) bleibt in unserer patriarchalen Kultur zumeist „das große Unausgesprochene“. [1] Eine kritische Analyse von Männlichkeit untersucht demgegenüber genau jene Selbstverständlichkeit einer Norm, die sich in einem androzentrischen Gestus verschweigt.

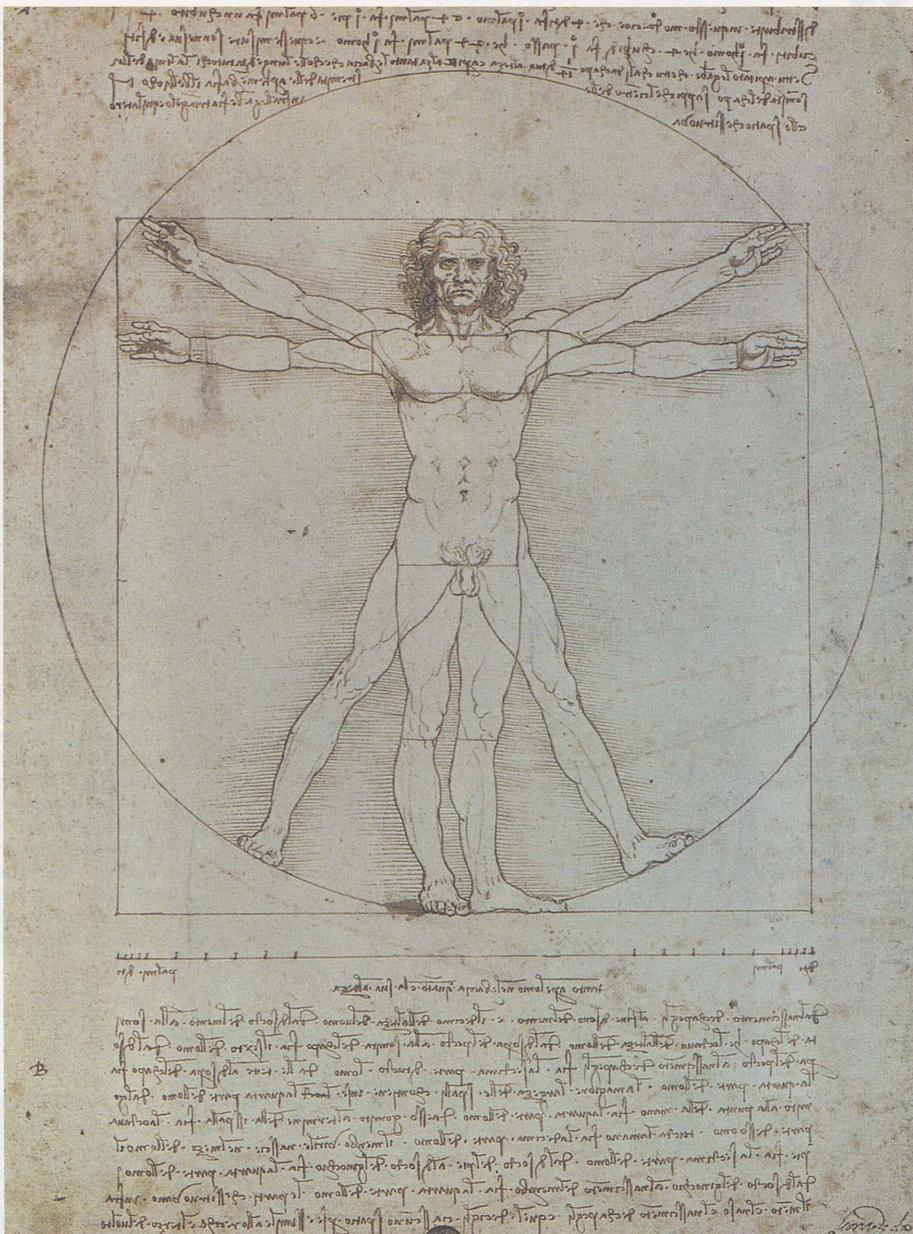


Abb. 2: Leonardo da Vinci (Vinci 1452 – Amboise 1519), „Uomo ad quadratum“ („Uomo ad circulum“), 1490, Feder und Tinte, 34,4 x 24,5 cm, Venedig, Galleria dell'Accademia.

Anliegen einer kritischen *gender*-Forschung zum Thema Maskulinität ist es, die universalistische Setzung von Männlichkeit als das allgemein Menschliche – die Gleichsetzung von Mann und Mensch – zu hinterfragen und Männlichkeit als sozial und historisch differenzierte Kategorie in den Blick zu nehmen. Im Sinne der neueren Entwicklungen im Bereich der Theoriebildung (*gay studies*, *lesbian studies*, *queer studies*) geht es nicht um eine Bekräftigung von Geschlechterstereotypen, sondern um eine kritische Analyse von sexuellen und geschlechtlichen Identitäten bzw. ihrer Konstitution. [2]

Gerade in einer Zeit, in der sich das Männlichkeitsbild und das Verhältnis der Geschlechter ganz offensichtlich wandeln, ist es von besonderem Interesse, auch unsere heutigen Vorstellungen von

historischer Männlichkeit zu differenzieren. In unseren Forschungsprojekten richten wir das Augenmerk besonders auf Epochen des Übergangs, in denen Geschlechteridentitäten in Frage gestellt werden und befassen uns mit Männlichkeitsbildern, die auf den ersten Blick überraschen.

Visuelle Männlichkeitsentwürfe der Renaissance

Die Renaissance ist eine Zeit, in der die Ideale von Männlichkeit und Weiblichkeit neu definiert und diskutiert werden. Sowohl im theologischen, medizinischen wie im ethischen und juristischen Bereich fand eine rege Auseinandersetzung über die Geschlechter statt. Besonders Bedeutung kam dem aristotelischen

Erbe zu. In diesem Weltbild ist das männliche das vollkommene Geschlecht und repräsentiert das aktive und formende Prinzip, das weibliche hingegen gilt als unvollkommen und wird mit der passiven Materie gleichgesetzt. Den Mann begleiten die Eigenschaften des Mutes, der moralischen Stärke, der Herrschaft und Klugheit, die Frau hingegen wird mit Schwäche, Weichheit und emotionaler Empfänglichkeit assoziiert. [3]

Diese aristotelischen Vorstellungen von den Geschlechtern wurden über das 16. Jahrhundert hinaus beibehalten und selbst im höfischen Diskurs weiter tradiert. Der höfische Diskurs der Renaissance forderte vom idealen *cortegiano* allerdings auch so weiblich konnotierte Eigenschaften wie Schönheit und Grazie, die Versiertheit in Liebesdingen, in der Poesie, Musik und im Tanz. Dennoch blieb selbst dort die höchst geschätzte Tugend des Mannes der Umgang mit Waffen, die Kunst im Kampf oder im Duell.

Die Kunst der Renaissance hatte wesentlichen Anteil an der Formulierung, Tradierung und Verfestigung dieser Vorstellungen. Das zeigt sich z.B. im Feld der Proportionsstudien, wo allein der männliche Körper einer Vermessung und Kanonisierung unterzogen wurde. Das weibliche, als weich und fließend konzipierte Geschlecht galt für solche Studien als ungeeignet. Wie etwa Leonardos *Mann im Quadrat* vermittelt, wird der Mensch in seiner Vollkommenheit männlich repräsentiert (Abb. 2). Aber auch die monumentale Kunst manifestierte diese Werte und Vorstellungen. Ein sprechendes Beispiel ist Michelangelos Statue des *David*



Abb. 4: Schule von Giovanni Bellini, Bildnis eines Heerführers (Giovanni Emo?), um 1500, Tafel, 48,9 x 35,5 cm, Washington, National Gallery.

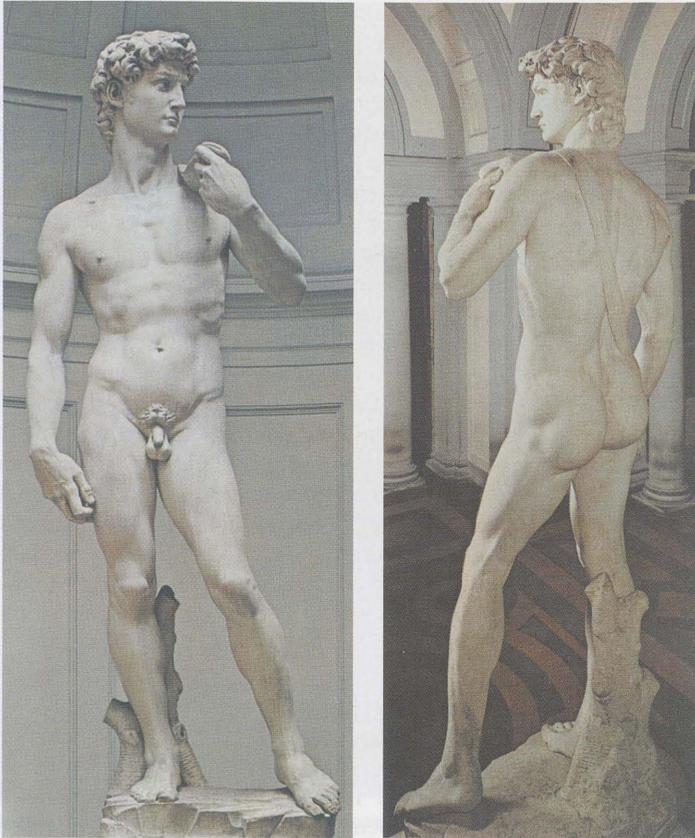


Abb. 3: Michelangelo Buonarroti (Caprese 1475 – Rom 1564), David, 1501-1504, Marmor, 410 cm hoch, Florenz, Galleria dell'Accademia.

für die Piazza della Signoria in Florenz, die zum Inbegriff der Idee eines autonomen – männlichen – Subjekts der Renaissance geworden ist (Abb. 3). Entgegen der biblischen Geschichte, in welcher ein Jüngling leicht bekleidet gegen einen Giganten siegt, ist hier ein Akt repräsentiert, der über Größe und überlegenen Habitus selbst zum Giganten wird. Die ausmodellierete Muskulatur, die starken Sehnen, die

am breiten Hals hervortreten, der konzentriert in die Ferne gerichtete Blick signalisieren männliche Kraft, Heldenmut und Potenz. Durch die Nacktheit des David wird zudem suggeriert, dass die tradierte Geschlechterdifferenz eine natürliche, von der Natur gegebene ist. [4] Auch ins Bildnis fanden diese Vorstellungen von Männlichkeit Eingang. So z.B. in einem Gemälde der Schule von Giovanni Belli-

ni, das einen Heerführer zeigt, dessen löwenartige Züge mit den zusammengezogenen Augenbrauen, dem starren Blick Mut und Entschlossenheit vermitteln (Abb. 4). Der Körper des Dargestellten wird unter dem glatten Gewand verborgen und negiert, der Blick des Betrachters auf das Gesicht und die geistigen Werte gelenkt. Wie zeitgenössische Quellen belegen, erwachsen Bildnisse wie diese zu Leitbildern idealer Männlichkeit.

Das lyrische Männerbildnis in Venedig

Im Vergleich damit fällt nun eine Porträtgruppe ins Auge, die ein ganz anderes Bild von Männlichkeit entwirft (Abb. 5-7, S. 71). Gezeigt sind jüngere Männer mit langem Haar, zumeist bartlos, in reichen, sinnlichen Gewändern, die ihren Kopf geneigt, ihren Blick unter schweren Lidern sehnsuchtsvoll in eine unbestimmte Ferne hochgerichtet, oder aber gedankenverloren gesenkt haben. Ihre Hand ist – mehr oder minder ausdrücklich – vor das Herz gehoben, womit auf das emotionale Innere gedeutet wird. Keine löwenähnliche Physiognomie prägt ihre Züge, vielmehr ist alles in ihrer Mimik und Gestik sanft, zart und wehmütig. Oft finden sich in diesen Darstellungen erotische Details, wie sie aus zeitgenössischen Repräsentationen von Frauen bekannt sind: Z.B. tragen die Dargestellten Gewänder, die über die Schulter herabgeglitten oder in großen suggestiven Schlitzen geöffnet sind und den Blick auf die intime Schicht des innen getragenen Hemdes lenken. So lässt sich ein Spiel mit dem Handschuh oder dem



Marianne Koos M.A. (31) kam nach ihrem Studium der Kunstgeschichte und Philosophie an der Universität Wien (1988-1995) 1996 zur Promotion an die Goethe-Universität nach Frankfurt. Von 1996 bis 1998 und 1999 bis 2000 war sie Stipendiatin des Graduiertenkollegs „Psychische Energien bildender Kunst“ unter der Leitung von Professor Dr. Klaus Herding. Ihre Promotion schließt sie im Herbst dieses Jahres ab. Das Thema ihrer Dissertation, die von Professor Dr. Alessandro Nova (Goethe-Universität) und Professor Dr. Daniela Hammer-Tugendhat (Universität Wien) betreut wird, ist „Identität und Innerlichkeit. Das lyrische Männerporträt in der venezianischen Malerei des frühen 16. Jahrhunderts (Giorgione und Umkreis, Tizian)“. Für die Frankfurter Tagung „Zur Repräsentation von Männlichkeit in der bildenden Kunst und in den visuellen Medien“, die im April dieses Jahres stattfand, entwickelte sie gemeinsam mit Mechthild Fend das inhaltliche Kon-

zept und sorgte für die Organisation dieses internationalen Symposiums. Koos verbrachte in den vergangenen Jahren zahlreiche längere Studienaufenthalte in Rom (Biblioteca Hertziana), in Venedig (Centro Tedesco di Studi Veneziani), in Florenz (Deutsches Kunsthistorisches Institut) und in London (Warburg-Institute). Gefördert wurden diese Aufenthalte an ausländischen Forschungsinstituten u.a. durch Stipendien der Deutschen Forschungsgemeinschaft, des Deutschen Innenministeriums und des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung. Ihre Forschungsschwerpunkte sind die Kunst der Frühen Neuzeit, die „gender“-Forschung sowie kulturhistorische bzw. kunsttheoretische Fragestellungen. Koos organisierte gemeinsam mit Professor Hammer-Tugendhat eine Tagung über „Männerbilder und Männermythen in der Kunst und in den visuellen Medien“, die 1995 in Wien abgehalten wurde.

Pelz beobachten, das ambivalent zwischen einem Enthüllen und Verhüllen oszilliert. Dieser Bildnistypus ist ein spezifisch venezianisches Phänomen des frühen 16. Jahrhunderts. In Anbetracht des dominanten Geschlechterkanons, der Weichheit, Sinnlichkeit und Emotionalität als weibliche Eigenschaften bestimmte, erstaut eine solche Konstruktion von Männlichkeit.

Eine kritische, *gender*-orientierte Kunstgeschichte versucht hier die Frage zu stellen, welche Ideale hinter diesem ungewöhnlichen Entwurf einer männlichen Identität gestanden haben könnten. Das sind Fragen, die erst sehr langsam in Angriff genommen werden. Eine erste Annäherung kann über Zeugnisse venezianischer Historiographen aus jener Zeit erfolgen. Darin wurden bunte Kleidung, Schmuck, und ein weiches Gehabe häufig

mit Homosexualität assoziiert (im damaligen Sprachgebrauch „Sodomie“, der Begriff der Homo- und Heterosexualität wurde erst im 19. Jahrhundert geprägt). Das macht vorerst notwendig, zu untersuchen, ob diese Bildnisse etwa seltene Zeugnisse für den Versuch sein könnten, eine homosexuelle Identität zu konstituieren.

Wie neuere historische Studien gezeigt haben, war die Sodomie in Venedig stark verbreitet. Sie wurde genauso offen praktiziert, wie sie strikt verboten war. Diese Möglichkeit ins Auge zu fassen, ist also keineswegs abwegig. Gleichwohl macht eine genaue Berücksichtigung der frühneuzeitlichen Vorstellungen von Homosexualität eine solche Interpretation sehr unwahrscheinlich. Sexuelle Beziehungen zwischen Männern wurden in aller Regel als Verhältnis eines erwachsenen Mannes zu einem Knaben gelebt. Die

Position des Erwachsenen war aber nicht mit Weichheit, Sanftmut und Zartheit verbunden, sondern mit Aktivität. Die Dargestellten unserer Bildnisse haben die Altersgrenze des Knaben schon klar überschritten. Auch bedeutete im Gegensatz zum 19. und 20. Jahrhundert Homosexualität in der Renaissance keine ausschließliche Identität. Die Sodomie war eine sexuelle Praxis, die selbst neben der Ehe gepflegt wurde. [5] Die Frage nach einer „homosexuellen Identität“ wäre also falsch gestellt.

Eher dürfte es sich um einen männlichen Selbstentwurf der Innerlichkeit handeln, der in Verbindung zur damals neu belebten Gattung der Lyrik Petrarca (1304-1374) entstanden ist. In der petrarkistischen Lyrik steht die Subjektivität im Vordergrund. Nicht das Äußere, Repräsentative zählt, sondern das Innere, das

Graduiertenkolleg „Psychische Energien bildender Kunst“

Das Graduiertenkolleg „Psychische Energien bildender Kunst“ besteht seit Januar 1996 und ist institutionell ins Kunstgeschichtliche Institut der Goethe-Universität eingebunden. Initiator und Sprecher des Kollegs ist Professor Klaus Herding. Das Kolleg hat sich zum Ziel gesetzt, die besonders in Deutschland lange vernachlässigte Zusammenarbeit von Psychologie, Psychoanalyse und Kunstgeschichte wieder zu beleben. Es knüpft dabei an frühere analytische Positionen der Kunst- und Literaturwissenschaften an, etwa an die des in Wien geborenen und 1932 in die USA emigrierten Kunsthistorikers und Psychoanalytikers Ernst Kris (1900-1957). Umgekehrt gilt das Interesse psychoanalytischen Arbeiten zu Ästhetik und bildender Kunst, insbesondere Sigmund Freuds Schriften zu Kunst und Literatur.

Das Projekt ist interdisziplinär ausgerichtet, obgleich sein Schwerpunkt im Bereich der Kunstgeschichte liegt. Angrenzende Fachgebiete wie Psychoanalyse, Psychologie, aber auch die Literatur- und Medienwissenschaften sowie die Geschichtswissenschaften sind sowohl im Lehr- und Veranstaltungsprogramm als auch durch Stipendiatinnen und Stipendiaten vertreten.

Forschungsgegenstand des Graduiertenkollegs ist die Untersuchung von psychischen Bedingungen der Herstellung von Kunstwerken und

Wirkung von Kunstwerken in ihren historischen Modifikationen. Das heißt, es geht um die psychischen oder emotionalen Aspekte von Kunst auf der Seite der Produktion wie der Rezeption. Der Terminus „Energie“ ist dabei weniger im Sinne seines frühen Gebrauchs bei Freud eingebracht; vielmehr knüpft er bewusst an den Hamburger Kulturwissenschaftler Aby Warburg (1866-1929) an, der mit seinem Interesse für die affektiven Qualitäten von Bildern als einer der Ersten auf psychologische Bedingungen und Konsequenzen von Kunst verwiesen hat.

Ein Schwerpunkt ist die historische Emotionsforschung. Das bedeutet, bei Werken der bildenden Kunst das in der Körper-, Gesten- und Gebärden-sprache, aber auch in Farb-, Form-, Struktur- oder Materialverhältnissen gespeicherte Ausdruckspotenzial zu erforschen und mit psychohistorischen Analysen von Affekten und Emotionen zu verknüpfen. Ein spezielles Forschungsfeld eröffnet sich bei künstlerischen Arbeiten, für die psychische Energien oder Konflikte zur erklärten Basis werden. Dies beginnt, seit mit der entstehenden Wissenschaft der Psychologie und einer neuen Aufmerksamkeit für den Traum in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts explizit psychoanalytische Gesichtspunkte in die bildende Kunst eingehen. Hier werden Traumerlebnisse, Tagträume, Erfahrungen des Alleinseins oder der

Abstinenz von der Menge (etwa bei Théodore Géricault, bei Eugène Delacroix, bei Victor Hugo als Zeichner, selbst bei so genannten Realisten wie Gustave Courbet) zur theoretischen oder praktischen Fundierung der eigenen Kunst. Seit dem ausgehenden 19. Jahrhundert werden emotionale Dispositionen oder unbewusste Prozesse – oft theoretisch begründet – explizit zum Motor eigener künstlerischer Produktivität erklärt, z.B. im Symbolismus, in anderer Weise im Surrealismus oder auch im Abstrakten Expressionismus. Die damit verbundenen Konzepte künstlerischer Kreativität und Autorschaft sind Gegenstand der kritischen Analyse.

Das ein Thema des Graduiertenkollegs die affektiven Wirkungen von Kunstwerken sind, nehmen (erotische) Bilder des Körpers eine besondere Position ein. Gerade Aktbilder initiieren Blickbeziehungen, in denen das betrachtende Subjekt in seiner Geschlechtlichkeit angesprochen wird, in denen geschlechtliche Identität geformt, bestätigt oder auch in Frage gestellt wird. Insofern gehören Untersuchungen zur visuellen Kultur unter dem Aspekt des *gender* zu den Projekten innerhalb des Kollegs. Methodisch kann dabei an die kritische Auseinandersetzung mit der Psychoanalyse angeknüpft werden, wie sie seit den siebziger Jahren in der feministischen Forschung und in jüngerer Zeit im Bereich der *gay and lesbian studies* geführt wird.



Abb. 5: Tizian (Pieve di Cadore 1489? – Venedig 1576), Bildnis eines jungen Mannes mit roter Kappe, um 1511, Öl auf Leinwand, 82,3 x 71,1 cm, Frick Collection, New York.

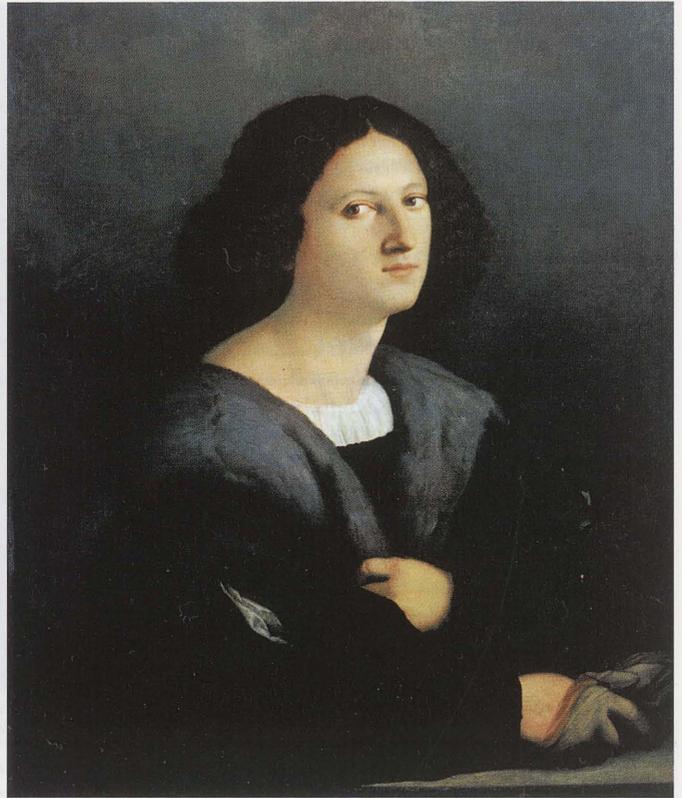


Abb. 7: Palma il Vecchio (Val Brembana 1480 – Venedig 1528), Bildnis eines jungen Mannes, um 1518, Öl auf Leinwand, 93,5 x 72 cm, St. Petersburg, Eremitage.

emotionale Selbst. Das vorherrschende Gefühl der frühneuzeitlichen Lyrik ist das wehmütige Klagen, das die Einsicht in die Unerfüllbarkeit des Begehrens generiert. Es ist dieser Subjektentwurf, diese traurige Emotion, welche die Dargestellten in unseren Bildnissen zu zeigen scheinen. Doch auch bezüglich der Geschlechterrollen gibt es Parallelen. In der petrarkistischen Lyrik wird ein ganz anderes Männerbild konstruiert: ein Liebender, welcher der Geliebten unterlegen ist, die er als erhöhtes und unerreichbares Wesen imaginiert und mit der Metapher der Kriegerin belegt. Er ist nicht nur Jagender, sondern auch Gejagter. Er ist nicht nur Liebender, sondern auch Geliebter, der sich als Opfer der hartherzigen Frau stilisiert. Die Selbstunterwerfung zielt freilich immer zugleich auf eine Selbsterhöhung: Über sein Streben zur engelsgleichen Geliebten versucht der Liebende, sich selbst (seine Dichtkunst) dem Göttlichen näher zu bringen.

Wie diese Bildnisse zeigen, die als „lyrische“ bezeichnet werden sollen, gab es in der Renaissance sehr unterschiedliche Konstruktionen von Männlichkeit. Parallel zum heldenhaften Selbstentwurf existierte auch ein Männerbild, das traditionell weiblich konnotierte Eigenschaften integrierte. Doch welche Konstellationen führten dazu, dass dieser Entwurf, der in der Literatur schon lange bestand, um 1510 erstmals ins Bildnis Eingang

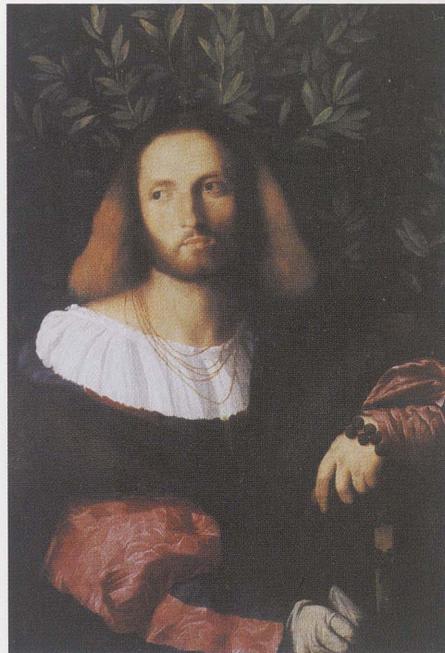


Abb. 6: Palma il Vecchio (Val Brembana 1480 – Venedig 1528), Bildnis eines Poeten, um 1516, Öl auf Leinwand, 83,8 x 63,5 cm, London, National Gallery.

fand? Hier könnte mit der Literaturwissenschaftlerin Virginia Cox eine politische Krise als Begründung angenommen werden. Die Wende zum 16. Jahrhundert war eine Zeit, in der die italienischen Höfe durch die Invasion der europäischen Großstaaten entscheidend an Macht verloren. Ausgebildete soziale Identitäten wurden dadurch in Frage gestellt und

mussten neu verhandelt werden. Das schlagende Rittertum zog sich in den von Frauen dominierten Bereich der Paläste zurück, wo es Eigenschaften für sich eroberte, die traditionell als weibliche galten. [6]

Dies ist freilich eine These, die für Venedig differenziert werden muss. Venedig war keine höfische Gesellschaft, sondern eine Republik. Wenn dieser außergewöhnliche Entwurf von Männlichkeit aufgenommen wurde, dann geschah dies in einer Gesellschaft, die traditionell und fest mit den aristotelischen Idealen verbunden war. Allerdings zeigte Venedig in diesen Jahren eine besondere Offenheit für die blühende Hofkultur. Unter deren Eindruck begann sich in der jungen Generation von venezianischen Patriziern eine wachsende Unzufriedenheit mit tradierten Werten breit zu machen, die zugleich die Geschlechterverhältnisse betraf. Die traditionelle Vorgabe, ein stoisches, selbstloses Mitglied der Gemeinschaft und ein verantwortungsbewusster *pater familias* zu sein, wurde abgelehnt, eine Vorgabe, die verschiedene Pflichten mit sich brachte und sich mit der neuen Begeisterung für das literarische Leben nicht vereinbaren ließ. Diese jungen Männer waren eher bereit, in den Augen der traditionell orientierten Gesellschaft einen Verlust ihrer – männlichen – Macht und Stellung hinzunehmen, als ihrem persönlichen, poetisch inspirierten Ideal abzuschwören.

Diese lyrischen Porträts zeigen Entwürfe von Männlichkeit, denen gleichwohl kein nachhaltiger Erfolg beschieden war. Tatsächlich handelt es sich um eine Bildnisgattung, die auf wenige Jahre und einen ganz bestimmten Auftraggeberkreis

beschränkt blieb. Schon im dritten Jahrzehnt des 16. Jahrhunderts wurde das lyrische Männerbildnis von Konstruktionen verdrängt, welche die Ideale der Souveränität, Gelassenheit, und scheinbar kunstlosen Kunstfertigkeit, der *sprezzatura*, im

Umgang propagierten, wie sie Castiglione in seinem Buch vom idealen *Hofmann* (1528 gedruckt) entwarf.

Bildnisse wie diese stellen Ausnahmen dar. Die große Tendenz im 16. Jahrhundert geht eher dahin, Männlichkeit im-

Internationales Kolloquium „Zur Repräsentation von Männlichkeit in der Kunst und in den visuellen Medien Von der frühen Neuzeit bis zur Gegenwart“

Im Zentrum der Tagung, die vom 27. bis 29. April 2000 an der Goethe-Universität abgehalten wurde, stand die Frage nach Konstruktionen von Männlichkeit in der bildenden Kunst, der Historizität von Kategorien wie Homosexualität und diejenige nach ihrer Anwendbarkeit auf historisches Bildmaterial. Welche Projektionen, Identifikationen oder Abwehrmechanismen sind im Spiel, wenn ein Künstler als homosexuell und Bilder als Artikulation eines schwulen Begehrens bestimmt werden oder umgekehrt ent-

sprechende Interpretationen zurückgewiesen werden?

Das Kolloquium wurde von Mechtild Fend und Marianne Koos konzipiert und fand im Rahmen der Veranstaltungen des Graduiertenkollegs „Psychische Energien bildender Kunst“ statt. Neben den Veranstalterinnen und weiteren Mitgliedern des Graduiertenkollegs sprachen auf der Tagung Kunsthistoriker und Kunsthistorikerinnen aus Deutschland und dem angloamerikanischen Raum. Unter den Letztgenannten sind vor allem Whit-

ney Davis und Abigail Solomon-Godeau durch einschlägige Forschungen zum Thema bekannt. Mit der Einladung dieser renommierten Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen wurde der Tatsache Rechnung getragen, dass die Fragestellung in den angloamerikanischen Kunst- und Kulturwissenschaften bereits sehr viel früher aufgegriffen wurde und nicht zuletzt durch die Einrichtung von Studiengängen wie *women's studies*, *gay and lesbian studies* und *queer studies* die Methoden im Bereich der *gender*-Forschung deutlicher ausdifferenziert sind. Das spezifische Anliegen der Tagung war ein Austausch dieser verschiedenen Positionen und eine Diskussion der mit ihnen verbundenen theoretisch-methodischen Ansätze wie divergenten politischen Standpunkte. Die thematische Spannbreite der Beiträge – von Donatello's *David* über Caravaggio's und Michael Sweerts' Knaben, Thorvaldsens Jünglingskulpturen, die frühneuzeitliche Ikonographie des Hl. Sebastian, venezianische Männerporträts oder die orientalisierenden Rollenbildnisse Liotards bis hin zu den transvestitischen Selbstinszenierungen des zeitgenössischen Fotokünstlers Jürgen Klauke – machte die Diversität von Konstruktionen der Männlichkeit seit der frühen Neuzeit deutlich. Weitere Beiträge befassten sich mit Aspekten des männlichen Blicks, einer Differenzierung der Freud'schen Theorien zur Homosexualität oder diskutierten methodische Kontroversen im Feld der Männlichkeitsforschung. Am deutlichsten den *queer studies* verpflichtet war der Eröffnungsvortrag von Patricia Simons. Die Referentin machte entlang einer Kulturgeschichte des Dildos den Versuch, sexuelle Lust als eine Kategorie jenseits einer geschlechtlich festgelegten Körperlichkeit zu denken.

Die Tagungsbeiträge werden 2001 in einer gesonderten Publikation erscheinen.




Internationales Kolloquium
27. bis 29. April 2000

Ort Aula im Hauptgebäude
der Goethe-Universität
Meynstraße 17, U-Bahn Linie 6 und 7
oder Straßenbahn Linie 16,
Haltestelle Bockenheimer Warte

Informationen Graduiertenkolleg
»Psychische Energien bildender Kunst«
am Kunstgeschichtlichen Institut
der Johann Wolfgang
Goethe-Universität Frankfurt am Main
z. B. Helke Hambrock,
Häuser Weg 120,
D-60489 Frankfurt am Main

InteressentInnen Können über diese Adresse
einen Reader zur Tagung bestellen.
Bitte ältesten Rückumschlag
(DIN A4) und Briefmarken
im Wert von 3,- DM belegen

Zur Repräsentation von Männlichkeit in der Kunst und in den visuellen Medien




Von der frühen Neuzeit
bis zur Gegenwart




Eine Veranstaltung
im Rahmen des
Graduiertenkollegs
»Psychische Energien
bildender Kunst«
am Kunstgeschichtlichen
Institut der
Johann Wolfgang
Goethe-Universität
Frankfurt am Main





Abb. 8: Anne-Louis Girodet (Montargis 1767 – Paris 1824), *Der Schlaf des Endymion*, 1791 (Salon 1793), Öl auf Leinwand, 198 x 261 cm, Paris, Louvre.

mer stärker über eine Abgrenzung von Weiblichkeit zu definieren. Das lässt sich sehr deutlich in der Gattung des erotischen Bildes verfolgen: der männliche Körper wird sukzessive aus der erotischen Repräsentation ausgeschlossen, die Position des Mannes ist die des Blickenden vor dem erotischen Bild. [7] Müssen diese Bildnisse junger, emotionaler Männer auch als eine seltene Ausnahme gewertet werden, kommt ihnen dennoch aus historischer Sicht besondere Bedeutung zu. Bilder sind nicht nur Produkte einer Gesellschaft, sondern wirken auch auf diese zurück. Wenn diese Männerporträts auch keineswegs als Indikatoren einer grundlegenden Veränderung der Geschlechterverhältnisse gewertet werden können, dürften sie gleichwohl für eine gewisse Zeit ein bemerkenswertes Angebot einer alternativen männlichen Identität dargestellt haben.

Die Französische Revolution und die Naturalisierung der Geschlechterdifferenz

Auch die Epoche der Französischen Revolution ist eine Zeit, in der sich Geschlechterverhältnisse und -bestimmungen wandeln. Die Soziologin Claudia Honnegger hat gezeigt, dass die aufklärerische Entdeckung des Menschen als Gegenstand der Wissenschaft mit einem für die „Moderne gleichermaßen konstitutiven Deutungsschema“ einhergeht: dem der „Differenz der Geschlechter“. [8] Charakteristisch für die moderne „Ordnung der

Geschlechter“ ist vor allem die Tendenz, die Unterschiede zwischen den Geschlechtern wissenschaftlich zu begründen und damit letztlich als „natürliche“ hinzustellen. Dabei bringt die Phase der Neubestimmung im Übergang zwischen höfischer und bürgerlicher Gesellschaft zunächst einmal eine Infragestellung traditioneller Identitäten mit sich. Gerade während der dramatischen Ereignisse der Revolution geraten mit der politisch-sozialen Ordnung auch geschlechtliche

Identitäten ins Wanken. Nicht zuletzt stellt der Sturz des Königs eine Krise patriarchaler Autorität dar.

Im Folgenden sollen mit Anne-Louis Girodets *Schlaf des Endymion* (1791) und Meyniers *Adoleszentem Amor* (1792) zwei während der Französischen Revolution entstandene Bilder im Vordergrund stehen, die als Reflexionen über die Instabilität geschlechtlicher Identität gelesen werden können (Abb. 8 und 9). Die beiden Gemälde zeigen lasziv hingestreckte männliche Akte, mit weichen Formen und einer glatten, kaum von Muskelbildungen gestörten Körperoberfläche. Durch die Pose, die ostentative Zur-Schau-Stellung des Körpers, sowie die Naturszenerie machen die Bilder Anleihen bei der Ikonographie des weiblichen Aktes.

Diese Art der Inszenierung überrascht umso mehr, als die Gemälde im Rahmen der traditionellen Künftlerausbildung entstanden sind. In diesem institutionellen Kontext kommt aber dem in der Regel muskulös ausgestalteten männlichen Akt besondere Bedeutung zu. Girodet wie Meynier waren in den neunziger Jahren des 18. Jahrhunderts Stipendiaten der Französischen Akademie in Rom und lieferten mit den Gemälden pflichtgemäß Übungen in der Aktmalerei ab. In den Kunstakademien, wie sie seit dem 16. Jahrhundert in Europa eingerichtet wurden, stand das Aktstudium im Zentrum des Unterrichts. Auch in der 1648 gegründeten *Académie Royale de Sculpture et de Peinture* in Paris wurde dabei bis weit ins 19. Jahrhundert hinein ausschließlich nach dem männlichen Modell gearbeitet. [9]



Abb. 9: Charles Meynier (Paris 1768 – Ebd. 1832), *Der jugendliche Amor hat Psyche verloren und weint über ihrem Porträt*, 1792 (Salon 1795), Öl auf Leinwand, 150 x 200 cm, Quimper, Musée des Beaux-Arts.

Das heißt zumindest für die im akademischen Kontext entstandene Kunst, dass selbst die Darstellung weiblicher Figuren auf Studien am männlichen Körper basierte. Nicht anders als im Falle von Leonardos *Mann im Quadrat* repräsentierte also der männliche Körper den Menschen schlechthin. War die Arbeit nach dem lebenden Modell Kulminationspunkt der Künftlerausbildung, so waren davor ausgiebige Studien nach Zeichnungen und Gemälden berühmter Künstler wie nach Antiken zu absolvieren. Der Blick auf die Natur in Gestalt des Modells fiel also immer schon durch ein Raster der künstlerischen Interpretationen von Natur. Das Ziel des Naturstudiums war die Produktion eines plausiblen Idealkörpers. Der männer-

bündische Zirkel von Schülern und Meistern – Frauen hatten zur Akademie nur in beschränkter Zahl Zugang und waren vom Aktstudium ganz ausgeschlossen – richtete den Fokus der künstlerischen Produktion also auf ein Idealbild des eigenen Geschlechts. [10] Die enge Verflechtung dieser Körperschaft mit dem Bild des männlichen Körpers findet in dem französischen Wort *académie* unmittelbaren Ausdruck, denn es bezeichnet die Institution ebenso wie den Akt.

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts wurde der männliche Akt im Zuge von Reformen an der französischen Akademie erneut aufgewertet. Besondere Bedeutung erlangte er im Atelier von Jacques-Louis David, dem bekanntesten Künstler

der Revolutionszeit. [11] So werden zum Beispiel in Davids eigener, später als *Patroklus* bezeichneten *Académie d'homme* (1780) die Kenntnisse der Anatomie vorgeführt, indem die Muskeln mittels eines Spieles von Licht und Schatten modelliert sind (*Abb. 10*). Die Demonstration anatomischen Wissens und künstlerischer Fertigkeiten geht also mit der Produktion betont maskuliner Körper einher. Wenn die Akte überdies die Namen antiker Helden tragen oder Attribute wie Pfeile und Waffen auf eine entsprechende Erzählung verweisen, wird die muskulöse Körperlichkeit semantisch aufgeladen zum Zeichen heroischen Kämpfertums oder stoischer Selbstkontrolle.

Eben diese moralischen Werte konnten im Vorfeld und während der Französischen Revolution mit republikanischer Männlichkeit assoziiert werden. [12] Rousseau und die ihm folgende Staatsphilosophie bestimmten die Republik selbst als virile Gesellschaftsform. In Opposition zur dekadent-verweiblichten höfischen Gesellschaft wurde sie als eine von Männern dominierte Staatsform entworfen, die eine strikte Trennung der geschlechtlichen Sphären erfordert. Und tatsächlich blieben die Frauen während der Revolution bekanntlich sowohl in der Erklärung der Menschenrechte unberücksichtigt als auch vom aktiven wie passiven Wahlrecht ausgeschlossen. In der radikalen Phase der Revolution (1793/94) repräsentierte eine hypermaskuline Figur die Republik auch symbolisch: die Jakobiner machten eine Variation des antiken Herkules zum Emblem der Republik. Zur gleichen Zeit konnte der Held mit der phallischen Keule das Volk symbolisieren (*Abb. 11*).

Der Adoleszente – Schönheit und Freiheit

Demgegenüber beziehen sich Meynier und Girodet auf ein ganz anderes Männlichkeitsideal, das aber gleichermaßen mit der Antike assoziiert war. Beide Akte sind erkennbar an den Vorstellungen idealer Schönheit orientiert, die der deutsche Altertumswissenschaftler Johann Joachim Winckelmann einige Jahrzehnte zuvor formuliert hatte. Für Winckelmann manifestierte sich antike Idealschönheit weniger im erwachsenen Mann als vielmehr in der Figur des Jünglings. Der Adoleszente verkörpert Männlichkeit eher virtuell und befindet sich noch in einer geschlechtlich ambivalenten Phase. Seine Körperformen lassen sich in der Kunst mittels einer fließenden, harmonisch geschlossenen Linie konturieren. Dieses libidinös besetzte und mit der antiken Homoerotik verknüpfte Ideal jugendlicher Schönheit musste den republikanischen Männlichkeitsidealen in Frankreich



Dr. Mechthild Fend (40) hat seit Juli dieses Jahres ein Postdoctoral Fellowship der Paul Getty Stiftung für eine Studie über „Diffuse Körpergrenzen und die Evokation des Taktiles bei J.-F. Millet“. Dabei handelt es sich um einen Abschnitt einer größeren Arbeit „Zur künstlerischen Darstellung und Thematisierung von Haut“, ein Habilitationsprojekt, das Mechthild Fend als Postdoktorandin am Graduiertenkolleg „Psychische Energien bildender Kunst“ in Frankfurt (1998 und 1999) aufgenommen hat. Gemeinsam mit Marianne Koos konzipierte und organisierte sie die Frankfurter Tagung „Zur Repräsentation von Männ-

lichkeit in der Kunst und in den visuellen Medien“. Ihre Promotion zum Thema „Grenzen der Männlichkeit. Der Androgyon in der französischen Kunst und Kunsttheorie zwischen Aufklärung und Restauration“ schloss sie im Juni 1998 an der Goethe-Universität ab, betreut wurde sie von Professor Dr. Klaus Herding. Unterstützt wurden die Arbeiten an der Promotion durch ein Stipendium der Frauen-Anstiftung (Studienwerk des Stiftungsverbandes Regenbogen) und durch ein Auslandsstipendium des Deutschen akademischen Austauschdienstes für einen Forschungsaufenthalt in Paris. Von 1980 bis 1988 hatte Mechthild Fend in Köln und Hamburg Kunstgeschichte, Neuere und Mittlere Geschichte sowie Erziehungswissenschaften studiert, in ihrer Magisterarbeit beschäftigte sie sich mit dem Thema „'Femme fatale' und 'Homme fragile' bei Gustave Moreau“. Arbeits- und Publikationsschwerpunkte sind die Kunst des 18.-20. Jahrhunderts, Körpergeschichte und Körperbild sowie die „gender“-Forschung. Fend war Mitorganisatorin der 5. Kunsthistorikerinnen-Tagung 1991 in Hamburg und ist Mitherausgeberin der Publikation dieser Tagung, die 1993 unter dem Titel „Denkräume zwischen Kunst und Wissenschaft“ erschien.

ANZEIGE

Fachliteratur-Recherche online www.infoball.de

- ◆ kostenlose Suche nach Fachliteratur
- ◆ über 600 Bibliotheksdatenbanken weltweit
- ◆ umfangreiche Detailinformationen verfügbar
- ◆ schnelle und präzise Ergebnisse



Abb. 10: Jacques-Louis David (Paris 1748 – Brüssel 1825), Männlicher Akt (Patroklos), 1780, Öl auf Leinwand, 122,5 x 170 cm, Cherbourg, Musée Thomas Henry.

nicht unbedingt widersprechen. Winkelmanns Annahme, die Blüte der Kunst in Griechenland sei nicht zuletzt der Freiheit zu verdanken, gab Anlass zu einer politisierten Rezeption seiner Schriften sowie der antiken Kunst. Dabei wurden nicht einfach nur antike und moderne republikanische Freiheit miteinander assoziiert, sondern die Schönheit des klassischen männlichen Aktes mit dem politisierten Begriff eines freien Subjekts aufgeladen. [13] In diesem Sinne ist die Antike in Jean-Baptiste Regnaults Gemälde *Freiheit oder Tod* (1794) rezipiert (Abb. 12). Der geflügelte Genius Frankreichs ist als idealschöner männlicher Akt gegeben. Er breitet die Arme zwischen einem schwarz gewandeten Skelett und einer hübschen jungen Frau aus, die allegorisch die Alternativen von Freiheit und Tod darstellen. Die utopische Verschmelzung von Tugend und Begehren ist allerdings ebenso bedrohlich wie attraktiv. Denn bei aller verheißungsvollen Schönheit des männlichen Aktes macht dieses während der revolutionären Schreckensherrschaft entstandene Gemälde unerbittlich deutlich, was mit den jakobinischen Männlichkeitsidealen auf dem Spiel stand.

Von diesen Männlichkeitsidealen distanzieren sich Meynier und Girodet weniger durch die Schönheit und den erotischen Appeal der Akte als durch den narrativen Kontext, auf den die dargestellten Figuren verweisen (Abb. 8 und 9). In beiden Fällen handelt es sich um heterosexuelle Liebesgeschichten aus der antiken Literatur oder Mythologie. Zwar beschränken sich die jungen Künstler – von den Putti bei Meynier und dem geflügelten Zephyr bei Girodet abgesehen – auf einen

einfigurigen Akt, doch zeigen beide auf vermittelte Weise eine weibliche Figur. Das ist deshalb erstaunlich, weil damit der homosoziale Kontext von Krieg und Kampf verlassen wird, auf den die meisten *académies d'hommes* verweisen. Indirekt thematisieren die Gemälde so – ob den Künstlern dies bewusst ist oder nicht, ist für die Argumentation hier unerheblich – den Ausschluss eines weiblichen Blicks auf den männlichen Körper, wie er für die Akademiesituation charakteristisch ist: Amor hält ein Bildnis-Medaillon in der Hand, dem Bildtitel zufolge ein Porträt Psyches, das er nach der Trennung trau-

erd betrachtet. Die Liebesgeschichte von Amor und Psyche ist in einem Roman des römischen Dichters Apuleius überliefert. Diesem zufolge besucht Amor Psyche nur im Dunkel der Nacht, denn dieser ist es verboten, ihren Geliebten zu sehen. Als sie das Verbot aus Neugier durchbricht, muss Amor sie verlassen. Endymion ist der antiken Mythologie zufolge ein Hirte oder Jäger, der von Zeus immer währende Schönheit erhielt, jedoch um den Preis des ewigen Schlafes. Die Mondgöttin Diana liebt den schönen Jüngling und besucht ihn allnächtlich. Ungewöhnlich ist, dass Girodet Diana nicht als Person, sondern indirekt als Mondstrahl repräsentiert. Aufgewertet als Bildfigur ist der geflügelte Zephyrknabe. Er schaut lächelnd auf den Liegenden, womit an Stelle einer zweigeschlechtlichen Konstellation eine homoerotische Blickbeziehung ins Bild gesetzt ist. Geht es bei Meynier um eine Geschichte, welche die tragischen Konsequenzen eines verbotenen weiblichen Blicks erzählt, so ist in Girodets Gemälde Diana entfernt und damit implizit ein kulturelles Verbot des weiblichen Blicks angesprochen. Dass dies, wenn auch indirekt, zum Thema wird, kann als Indiz dafür gelesen werden, dass der männliche Körper, seine Repräsentation und deren exklusive Bedeutung im homosozialen Raum der Akademie, ihre Selbstverständlichkeit verloren haben.

Die Differenz von Kunst und Leben

Auch männliche Identität wird in dem Bild eher befragt, als dass sie eindeutig



Abb. 11: Das Volk in Gestalt des Herkules vernichtet die Könige, 1793, Radierung, 100 x 142 mm.

EIN KOLLOQUIUM
ZUR SITUATION
UND PERSPEKTIVE
DER KLEINEN FÄCHER
IN DEUTSCHLAND

AUS DEM INHALT

Zur Bedeutung der Kleinen
Fächer – sind Kleine Fächer
wirklich klein?

◆
Die Kleinen Fächer
in Deutschland

◆
Zur Situation der Kleinen Fächer
in den Geisteswissenschaften
am Beispiel der Orientalistik

◆
Die Kleinen Fächer aus der Sicht
der Ingenieurwissenschaften

◆
Die Kleinen Fächer
am Beispiel des Faches
Geschichte der Naturwissen-
schaften und der Technik

◆
Förderung der Kleinen Fächer
durch den Bund

◆
Förderung der Kleinen Fächer
durch die Bundesländer
(Hessen / Sachsen)

◆
Betrachtungen zur Situation
der Kleinen Fächer

◆
Stifter bevorzugen das Beson-
dere – Kleine Fächer aus der
Sicht des Stifterverbandes
für die Deutsche Wissenschaft

◆
Förderung der Kleinen Fächer
durch die Deutsche Forschungs-
gemeinschaft

◆
Kleine Fächer und die
Akademien der Wissenschaften
in Deutschland

◆
Ergebnisse der Diskussionen

◆
Blick aus der Perspektive
des Mittelbaus auf die Situation
in den Kleinen Fächern

Herausgegeben von der
UNION DER
DEUTSCHEN AKADEMIEN
DER WISSENSCHAFTEN
und der
SÄCHSISCHEN AKADEMIE
DER WISSENSCHAFTEN
ZU LEIPZIG

ISBN 3-933490-01-4
DM 39,80

Nischen der Forschung?

ALPHA

Informationsgesellschaft mbH
Finkenstraße 10
68623 Lampertheim
Telefon: 06206-939-0
Telefax: 06206-939-232
eMail: tec01@alphawerbung.de



Abb. 12: Jean-Baptiste Regnault (Paris 1754 – Ebd. 1829), Freiheit oder Tod, 1794, Öl auf Leinwand, 60 x 49,3 cm, Hamburg, Kunsthalle.

Anmerkungen

- [1] Irit Rogoff, „Er selbst – Konfigurationen von Männlichkeit und Autorität in der deutschen Moderne“, in: Ines Lindner u. a. (Hgg.): *Blickwechsel. Konstruktionen von Männlichkeit und Weiblichkeit in Kunst und Kunstgeschichte*, Berlin 1989, S. 21-40, hier S. 21.
- [2] Judith Butler, *Das Unbehagen der Geschlechter*, Frankfurt am Main 1991. Judith Butler, *Körper von Gewicht*, Berlin 1995. Whitney Davis, „Schwulen- und Lesbenforschung in der Kunstgeschichte“, *Frauen – Kunst – Wissenschaft*, in: Heft 21 (1996), S. 8-23. Sabine Hark, „Queer Interventions“, in: *Feministische Studien* 11, Heft 2 (1993), Themenheft „Kritik der Kategorie 'Geschlecht'“, S. 103-109.
- [3] Ian Maclean, *The Renaissance Notion of Woman*, Cambridge 1980.
- [4] Daniela Hammer-Tugendhat, „Körperbilder – Abbild der Natur? Zur Konstruktion von Geschlechterdifferenz in der Aktkunst der Frühen Neuzeit“, in: *L'HOMME. Zeitschrift für feministische Geschichtswissenschaft* 5, Heft 1 (1994), Themenheft „Körper“, S. 45-58.
- [5] Michael Rocke, *Forbidden Friendship: Homosexuality and Male Culture in Renaissance Florence*, New York 1996.

- [6] Virginia Cox, *The Renaissance Dialogue. Literary Dialogue in its Social and Political Contexts*, Castiglione to Galileo, Cambridge 1992, S. 24-25.
- [7] Daniela Hammer-Tugendhat, „Erotik und Geschlechterdifferenz. Aspekte zur Aktmalerei Tizians“, in: Daniela Erlach, Markus Reisenleitner, Karl Vocelka (Hgg.), *Privatisierung der Triebe? Sexualität in der Frühen Neuzeit*, Frankfurt a.M. 1994, S. 367-446.
- [8] Claudia Honegger, *Die Ordnung der Geschlechter. Die Wissenschaft vom Menschen und das Weib*, Frankfurt a.M./New York 1990, S. 1.
- [9] Carl Goldstein, *Teaching Art: Academies and Schools from Vasari to Albers*, Cambridge, New York 1996.
- [10] Abigail Solomon-Godeau, *Male Trouble: A Crisis in Representation*, London 1997.
- [11] Thomas E. Crow, *Emulation: Making Artists for Revolutionary France*, New Haven und London 1995.
- [12] Klaus Herding, *Im Zeichen der Aufklärung. Studien zur Moderne*, Frankfurt a.M. 1989, S. 25.
- [13] Alex Potts, *Flesh and the Ideal: Winckelmann and the Origins of Art History*, New Haven und London 1994.

festgelegt würde. Endymions Geschlecht ist zwar trotz der Verschattung eindeutig markiert, doch spielen Pose und Inszenierung des Körpers mit weiblich kodierten Ikonographien. Vor allem aber ist der ewige Schläfer alles andere als ein handlungsfähiges Subjekt. Das betrifft nicht nur die Ebene des Motivs, sondern auch die der Form. Die Akzentuierung der Umrisslinie, wie sie für den Neoklassizismus charakteristisch ist, zeigt sich in der Aktdarstellung als eine besondere Betonung der Körpergrenze. Nimmt man mit der Psychoanalyse eine Verbindung zwischen Ich und Körper an und sieht die Ich-Bildung an die Formierung von Körpergrenzen gekoppelt, so präsentierten die neoklassizistisch konturierten Akte geschlossene Subjekte mit einer klar umrissenen Identität. Doch obgleich Girodets Akt der neoklassizistischen Formensprache verpflichtet ist, bildet er keine klar umgrenzte visuelle Einheit, denn das Mondlicht taucht den Körper in ein Wechselbad von Licht und Schatten. Der Übergang von dunklen Zonen zu klaren Konturierungen der Figur, hin zu Partien, die so hell beleuchtet sind, dass die Körpergrenzen im Licht nahezu verschwimmen, stellen ein Spiel mit der Identität und ihrer Auflösung dar.

Mit der Wahl des ewigen Schläfers als Bildsujet werden darüber hinaus Fragen der Bildlichkeit selbst zum Thema. Wie Endymion altert ein gemalter Akt nicht und wird niemals lebendig. Mit dieser desillusionierenden Betonung der Differenz von Kunst und Leben werden nicht nur erotische Wünsche vereitelt, die sich an den schönen Körper richten, sondern auch der allzu wörtlich genommene Versuch einer Wiederbelebung der Antike im republikanischen Gewand. Girodets Akt lässt sich als eine Figur betrachten, welche die Problematiken einer männlichen Identifizierung im Bild der Antike reflektiert. Er ist ein Beispiel dafür, dass Gemälde selbst zum Nachdenken über männliche Identität, Männlichkeitsideale und Männerbilder sowie deren Verhältnis untereinander beitragen können.



Klimafaktor Mensch

Neue Indizien für den Klimawandel

von Christian-Dietrich Schönwiese, Jürgen Grieser und Tim Staeger

Zweifellos gehört das Klima zu den großen Weltproblemen unserer Zeit. Das hat im Wesentlichen zwei Gründe: Zum einen ist die Menschheit in hohem Maß von der Gunst des Klimas abhängig. Zum anderen nimmt sie selbst auf das Klima Einfluss – und dies keineswegs immer zu ihrem Vorteil. Das gilt ganz besonders im Industriezeitalter.

Es kann daher nicht verwundern, dass die Klimaforschung in den letzten Jahrzehnten eine rasante Entwicklung genommen hat. Trotzdem sind noch viele wesentliche Fragen nicht befriedigend beantwortet. Dazu gehört die Frage nach dem Zusammenspiel von Natur und Mensch im Klimageschehen; beides überlagert sich in den Klimabeobachtungsdaten und ist daher nicht ohne weiteres voneinander zu trennen. Der Zusammenhang zwischen globalem Klimawandel und dem Industriezeitalter (ungefähr seit 1800/1850) findet dabei mit Recht besondere Aufmerksamkeit. In dieser Zeit ist nicht nur die Weltbevölkerung dramatisch angestiegen. Die Energienutzung, einschließlich Verkehr, weist noch größere Steigerungsraten auf. Auch die Rodung des tropischen Regenwaldes hat ein mehr als beunruhigendes Ausmaß angenommen.

Bei den Folgen für das regionale und globale Klima gibt es allerdings ein Realisierungsproblem: Wir alle nehmen das Klima und seine Veränderungen nicht di-

rekt wahr, sondern nur die Launen des Wetters – beispielsweise am Wochenende oder im Urlaub. Klima aber ist als die zeitliche Integration des Wetters über die Jahre, Jahrzehnte, Jahrhunderte bis hin zu Jahrtausenden definiert. Eine typische Wetteraussage, die sich auf die Situation zu einer bestimmten Stunde oder an einem Tag bezieht und die jeder von uns nachvollziehen kann, lautet: „Heute hatten wir eine Maximaltemperatur von 25 Grad Celsius und nachmittags um 16 Uhr gab es einen Regenschauer.“ Dahingegen ist die Feststellung: „Von 1891 bis 1998 ist die Weltmitteltemperatur um 0,6 Grad und die Deutschland-Mitteltemperatur um 0,9 Grad angestiegen“ eine Klimaaussage, in der die von uns nicht direkt wahrnehmbare Entwicklung innerhalb eines Jahrhunderts zusammengefasst wird. Die dabei vorgenommene räumliche Mittelung gehört ebenfalls zu den typischen klimatologischen Betrachtungsweisen. Übrigens sind trotz dieser Unterschiede zwischen Wetter und Klima die üblichen Messgrößen die gleichen: Lufttemperatur, Luftfeuchte, Niederschlag, Luftdruck, Wind sowie weitere spezifische Wetter- bzw. Klimaelemente.

Die Unterscheidung zwischen Wetter und Klima hat einige wichtige Konsequenzen. Um dies verständlich zu machen, greifen wir ein bestimmtes Wetter- bzw. Klimaelement heraus, die Lufttem-

peratur der unteren Atmosphäre: Sie ist messtechnisch relativ unproblematisch, weist eine gute räumliche Repräsentanz (Korrelation der Messdaten) auf und reagiert auf viele Klimafaktoren, wie zum Beispiel die Sonneneinstrahlung, mehr oder weniger direkt. Der Niederschlag ist dagegen mit wesentlich mehr Messfehlern belastet; seine große räumliche Variabilität und somit geringe Repräsentanz erfordert viel mehr Messstellen als die Temperatur, und Niederschlagsänderungen sind in komplizierter Weise stets Folgen der atmosphärischen Zirkulation, das heißt dreidimensionaler Bewegungsvorgänge.

Die zeitlichen Änderungen der Lufttemperatur sind beim Klima im Allgemeinen viel kleiner als beim Wetter, wie das Beispiel der säkularen (hundertjährigen) Änderung der Welt- bzw. Deutschlandtemperatur gezeigt hat. Hinter den offensichtlichen Wetteränderungen sind die Klimaänderungen geradezu versteckt. Sie deswegen gering zu schätzen, wäre jedoch ein fataler Irrtum. So reagieren beispielsweise die Alpengletscher in ihrer Flächenausdehnung nicht oder kaum auf noch so heftige Kapriolen des Wetters: Temperaturänderungen von 15 oder gar 20 Grad innerhalb eines Tages verkraften sie nahezu ohne Reaktion. Der vergleichsweise viel geringeren, aber langzeitlichen säkularen und daher klimatologischen Erwärmung in Deutschland aber ist bis heute etwa die Hälfte der Eismasse der Alpengletscher zum Opfer gefallen (Abb. 1). In Zentralafrika führt eine Klimazonenverlagerung, die mit einer Temperaturänderung von nur 0,1 Grad verknüpft ist, zu einer Verlagerung der Wüstengrenze um etwa 100 Kilometer. Somit können auch zunächst gering erscheinende Klimaänderungen – von nur einigen zehntel Grad – durchaus große Wirkungen haben [Details siehe Hintergrundliteratur, z.B. Schönwiese 1994, 1995].

Diese zum Teil enormen Auswirkungen von Klimaänderungen und die Debatte darüber, inwieweit der Mensch als Ursache von derartigen Klimaänderungen infrage kommt, hat den Ruf nach Klimaschutzmaßnahmen laut werden lassen. Nach einer ersten Weltklimakonferenz im Jahr 1979 haben die Vereinten Nationen bei ihrer Konferenz über Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro eine Klimarahmenkonvention beschlossen, über deren Umsetzung allerdings noch gestritten wird. Doch unterscheidet sich die Art und Weise, wie die Klimadebatte zum Teil in der Öffentlichkeit geführt wird, erheblich von der wissenschaftlichen [Schönwiese, 1997]. Letztlich stehen sich in der Öffentlichkeit zwei extre-

me Lager gegenüber: Die einen verkünden die „Klimakatastrophe“, die – von uns selbst verursacht – demnächst mit voller Gewalt über uns hereinbricht, wenn wir nichts dagegen unternehmen. Die anderen behaupten, die Klimatologen hätten den „Klimaschwindel“ erfunden, um Forschungsgelder zu ergattern, während die Klimaänderungen in Wirklichkeit (fast vollständig) natürlichen Ursprungs wären. Da aus diesem Grund Klimaänderungen sowieso nicht zu verhindern seien, so die

Argumentation der „Klimaskeptiker“, würden Klimaschutzmaßnahmen nur unnötig die Wirtschaft belasten.

Klimaforschung – aktueller denn je

In der Wissenschaft finden sich solche Extrempositionen kaum. Vielmehr ist es Ziel, das äußerst komplizierte Bild der Klimaänderungen der Vergangenheit raum-zeitlich bis in die geologische Ver-

gangenheit hinein aufzuklären, das noch kompliziertere Zusammenspiel der natürlichen und anthropogenen Ursachen zu entschlüsseln sowie in Klimamodellrechnungen nachzuzeichnen, die ökologischen und sozioökonomischen Auswirkungen der Klimaänderungen abzuschätzen und aus alledem Szenarien und Perspektiven für die Zukunft zu entwickeln. Denn trotz einer schier unübersehbaren Fülle von Fachliteratur ist unser Wissen darüber bruchstückhaft. Klimaforschung ist somit



Explosive Vulkanausbrüche schleudern schwefelhaltige Gase bis hoch in die Stratosphäre, wo sie sich in Partikel (Sulfataerosol) umwandeln. Diese Partikel absorbieren einen Teil der Sonneneinstrahlung, so dass weniger davon die Erdoberfläche erreicht. Die Folge sind Abkühlungseffekte in der unteren Atmosphäre, die ein bis drei Jahre anhalten können. Das Foto zeigt einen der stärksten und klimawirksamsten Vulkanausbrüche dieses Jahrhunderts, des Mount Pinatubo (Philippinen) im Juni 1991. [Foto: National Geophysical Data Center, Boulder, USA]

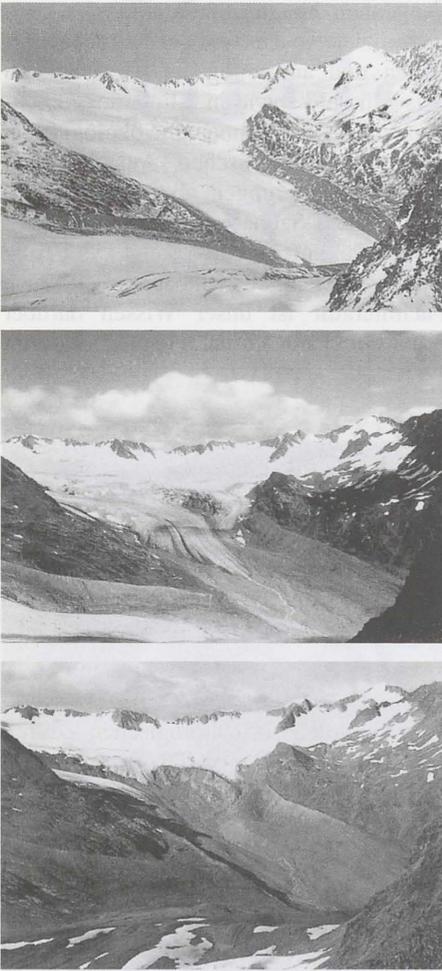


Abb. 1: Gletscher sind hervorragende Klimaindikatoren, weil sie wegen ihrer Trägheit kaum auf die Launen des Wetters, aber sehr empfindlich auf Langfristtrends von Temperatur und Niederschlag reagieren. Das Bild zeigt den Vernagtferner in den Ötztaler Alpen (Österreich), exakt von der gleichen Stelle aus in den Jahren 1912, 1938 und 1974 (von oben) fotografiert. Der in diesem Fall weitgehend vom Temperaturanstieg um einige zehntel Grad verursachte Rückzug ist deutlich erkennbar. [Fotos: Kommission für Glaziologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften; München]

aktueller denn je. Dies belegen international wie national viele Forschungsprogramme, unter anderem „CLIVAR – A Research Programme on Climate Variability and Predictability for the 21st Century“ (seit 1995, im Rahmen des Weltklimaforschungsprogramms der Vereinten Nationen) und „DEKLIM“, das neue Deutsche Klimaforschungsprogramm „Klimaentwicklung – Vom Verständnis der Variabilität zur Prognose“ (voraussichtlich ab 2001).

Seit 1988 existiert auf Grund eines Beschlusses der Vollversammlung der Vereinten Nationen das „Intergovernmental Panel on Climate Change“ (IPCC), eine Art Weltklimarat, das neben einer Reihe von speziellen Veröffentlichungen bisher zwei umfangreiche und auch in der Öffentlichkeit stark beachtete Berichte zu den Ergebnissen der Klimaforschung vor-

gelegt hat [Houghton et al., 1990, 1996]; ein weiterer Bericht, der „Third Assessment Report“ (TAR) ist derzeit in Bearbeitung (Veröffentlichung voraussichtlich 2001). Eine der dort behandelten zentralen Fragen ist der Einfluss des Menschen auf das Globalklima. Dabei kommt das IPCC in seinem letzten Bericht zu der oft zitierten Feststellung: „The balance of evidence suggests a discernable human influence on global climate“ („Die ausgewogene [Betrachtung] offensichtlicher [Forschungsergebnisse] legt nahe, dass ein menschlicher Einfluss auf das Globalklima [existiert], der von [natürlichen Einflüssen] unterscheidbar ist“).

Der Forderung nach verstärkten Forschungsanstrengungen, um den Einfluss des Menschen auf das Klima wissenschaftlich nachzuweisen, trug das Umweltbundesamt (Berlin) im Jahr 1997 Rechnung, als es das Forschungsprojekt „Untersuchung von Parametern zur Früherkennung von Klimaänderungen“ (gemeint sind anthropogene Klimaänderungen mehr oder weniger globalen Ausmaßes) ausschrieb. „Gewinner“ dieser Ausschreibung war unsere Arbeitsgruppe. Der umfassende wissenschaftliche Projektbericht über diese in den Jahren 1998 und 1999 durchgeführten Arbeiten ist kürzlich in der Reihe der Mitteilungen des Instituts für Meteorologie und Geophysik erschienen [Grieser, Staeger und Schönwiese, 2000]. Im Folgenden werden einige Teilergebnisse vorgestellt.

Die Strukturen der Klimaänderungen

Ausgangspunkt unserer Analysen ist die Tatsache, dass Klimaänderungen ganz unterschiedliche Erscheinungsformen aufweisen, zeitlich wie räumlich. Betrachtet man die zeitliche Variation der Lufttemperatur, können die gemessenen Daten Informationen geben einerseits über die Temperatur an einer bestimmten Station, andererseits – in räumlicher Mittelung – über flächenbezogene Klimaänderungen. Als Beispiele zeigen die *Abbildungen 2* und *3* die Jahresanomalien, das heißt die relativen Variationen der Jahresmittelwerte, der bodennahen Lufttemperatur (zwei Meter über dem Grund gemessen), und zwar global (*Abb. 2*) bzw. für Deutschland (*Abb. 3*) gemittelt. Man erkennt ein deutliches Auf und Ab dieser Werte, was als interannuäre Variabilität oder auch Varianz der Jahresdaten bezeichnet wird. Offenbar ist diese bei der Deutschland-Temperatur deutlich größer als bei der Globaltemperatur.

Dies hat zur Konsequenz, dass der ebenfalls eingezeichnete Langfristtrend – 0,6 Grad global bzw. 0,9 Grad in Deutschland, jeweils bezogen auf die letzten rund 100 Jahre – unterschiedlich deutlich in Erscheinung tritt. Anders gesagt, dieser Trend kann absolut relativ klein, aber relativ groß verglichen mit der Varianz sein. Man spricht vom „Trend-/Rauschverhältnis“, wobei die Varianz als Streuungsmaß

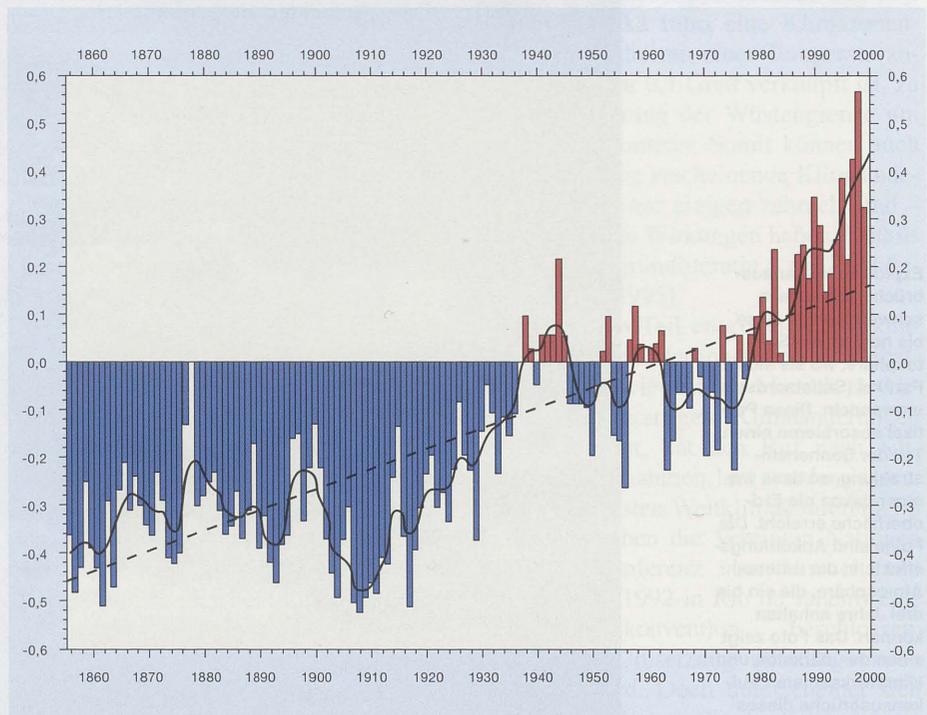


Abb. 2: Global gemittelte jährliche Beobachtungswerte 1854-1999 der bodennahen Lufttemperatur („Globaltemperatur“; Datenquelle: IPCC, 1996, ergänzt) in Form von Abweichungen vom Referenzmittelwert 1961-1990, Säulen, 20-jährig geglättete Werte (dick gezeichnete Kurve) und linearer Trend (gestrichelt). Der Trend beträgt insgesamt 0,65 Grad Celsius bzw. 0,45 Grad Celsius pro Jahrhundert. Er ist aber offenbar von diversen Fluktuationen überlagert.

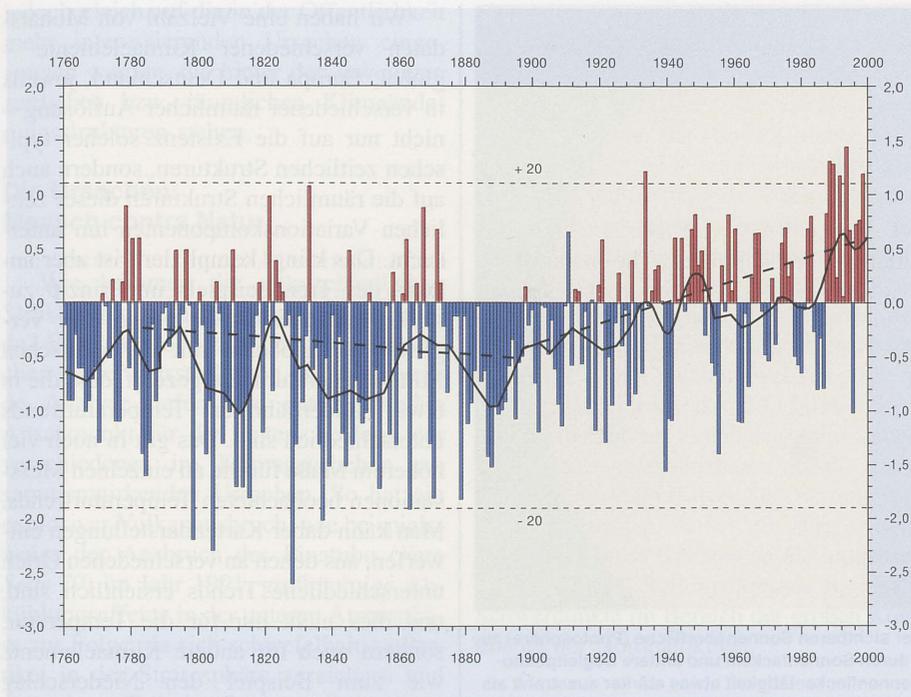


Abb. 3: Für Deutschland gemittelte jährliche Beobachtungswerte 1761-1999 der bodennahen Lufttemperatur [„Deutschlandtemperatur“; Datenquelle: Rapp, 2000]. Hier sind zehnjährig geglättete Werte mit eingezeichnet. Der Trend ist zweigeteilt: Einer leichten Abkühlung von 0,16 Grad Celsius in der Zeit 1761-1890 steht eine Erwärmung um 0,90 Grad Celsius in der Zeit seit 1890 gegenüber. Jedoch sind die Fluktuationen um diese Trends hier sehr viel ausgeprägter als bei der Globaltemperatur.

der Jahreswerte zur Abschätzung des „Rauschens“ herangezogen wird. Je größer dieses Verhältnis ist, umso besser ist der jeweilige Trend statistisch mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit abgesichert. Dies ist offenbar bei der Globaltemperatur in Form einer Erwärmung („global warming“) viel ausgeprägter der Fall als bei der weiter zurückreichenden Rekonstruktion der Deutschland-Temperatur, bei der erst ab ungefähr 1890 eine systematische Erwärmung zu erkennen ist. Diese ist zwar größer als bei der Globalmitteltemperatur, weist aber ein geringeres Trend-Rauschverhältnis auf. Somit ist schon jetzt zu vermuten, dass der langfristige Klimawandel in der mittleren Globaltemperatur wesentlich besser „entdeckbar“ sein sollte als in der mittleren Deutschlandtemperatur, von den Messdaten einer einzelnen Station ganz abgesehen.

Nun sind die Jahr-zu-Jahr-Variationen und der hier nur linear betrachtete Langfristtrend keinesfalls die einzigen Strukturen, die solche klimatologischen Zeitreihen aufweisen können. Die in den *Abbildungen 2* und *3* ebenfalls eingezeichneten Fluktuationen, die mithilfe bestimmter



Professor Dr. Christian-Dietrich Schönwiese (60) studierte von 1963 bis 1968 Meteorologie an der Universität München, wo er 1974 promovierte. Nach vorübergehender Wetterdiensttätigkeit ist er seit 1981 als Professor für Meteorologische Umweltforschung/Klimatologie am Institut für Meteorologie und Geophysik der Goethe-Universität tätig, das er 1984/85 und seit 1.10.2000 als geschäftsführender Direktor leitet. 1994 bis 1996 war Christian-D. Schönwiese darüber hinaus geschäftsführender Direktor des fachübergreifenden Zentrums für Umweltforschung und 1987/88 sowie 1996/1997 Dekan des Fachbereichs Geowissenschaften. Der Meteorologe ist noch bis Ende 2000 Mitherausgeber der Fachzeitschrift „Theoretical and Applied Climatology“ (Wien), weiterhin Mitglied u.a. der Deutschen, Österreichischen und Amerikanischen Meteorologischen sowie der Europäischen Geophysikalischen Gesellschaft und des Arbeitskreises Energie der

Deutschen Physikalischen Gesellschaft. International war er 1993 bis 1998 Berichterstatter für statistische Meteorologie bei der Weltmeteorologischen Organisation (WMO) sowie Autor (Report 1990, 2001) bzw. Gutachter des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Seine Arbeitsschwerpunkte sind die empirisch-statistische Analyse der jüngeren Klimageschichte (global und regional) sowie die Erkennung anthropogener und natürlicher Faktoren in den entsprechenden Klimadaten. Christian-D. Schönwiese ist Autor zahlreicher Fachveröffentlichungen und Lehrbücher, aber auch allgemeinverständlicher Publikationen, darunter des Sachbuches „Klimaänderungen – Daten, Analysen, Prognosen“ (1995). Für das zusammen mit Bernd Diekmann veröffentlichte Buch „Der Treibhauseffekt“ erhielt er 1989 den Sachbuchpreis der Stadt Hürth.

Dr. Jürgen Grieser (36, links im Bild) studierte von 1983 bis 1989 Meteorologie an der Goethe-Universität mit den Schwerpunkten Theoretische Meteorologie, Hydrologie, Datenanalyse und Modellbildung. 1997 promovierte er über das Thema „Eine makroskopische Klimadynamik und ihre diagnostische sowie prognostische Anwendung auf globale Temperaturvariationen“. Als wissenschaftlicher Angestellter war er von 1991 bis 1992 am Zentrum für Umweltforschung der Goethe-Universität, von 1992 bis 1994 in der

Arbeitsgruppe Theoretische Meteorologie am Institut für Meteorologie und Geophysik der Goethe-Universität und von 1994 bis 1999 in der Arbeitsgruppe von Christian-D. Schönwiese tätig. Jürgen Grieser war Postdoc-Stipendiat im Graduiertenkolleg Archäologische Analytik (1997), Universität Frankfurt, und beschäftigte sich zuletzt als wissenschaftlicher Angestellter am Geologisch-Paläontologischen Institut mit der konzeptionellen und administrativen Mitarbeit bei der Vorbereitung des Sonderforschungsbereichs „Raumzeitliche Musterbildungsprozesse in Geosystemen“. Seit 1999 ist Jürgen Grieser Lehrbeauftragter für statistische Zeitreihenanalyse im Fachbereich Geowissenschaften.

Diplom-Meteorologe Tim Staeger (35) studierte von 1987 bis 1989 Physik an der Universität Tübingen und von 1991 bis 1998 Meteorologie an der Goethe-Universität. Im Anschluß daran war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe von Christian-D. Schönwiese am Institut für Meteorologie und Geophysik tätig, bevor er zum 1.12.1999 an das Zentrum für Umweltforschung der Goethe-Universität wechselte, wo er sich als Doktorand mit der „Empirisch-statistischen Analyse von großräumigen bzw. regionalen Klimaveränderungen, ihren Ursachen und ihren Zusammenhängen mit ökonomischen Daten“ beschäftigt.

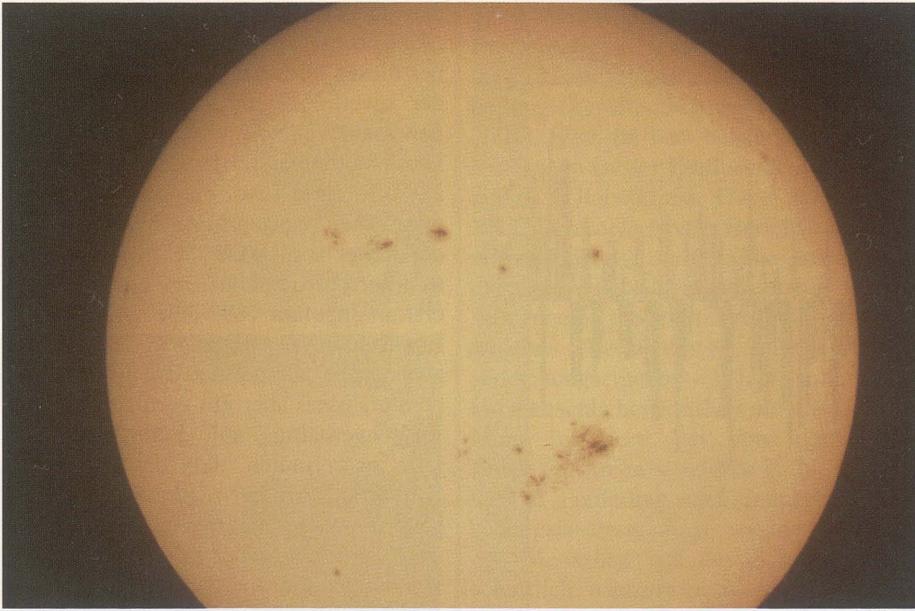


Abb. 4: Sonnenflecken, als relativ dunkle Bereiche auf der sichtbaren Sonnenoberfläche (Photosphäre) zu erkennen, sind eigentlich Kältegebiete. Sie werden aber durch Sonnenfackeln und andere Begleitphänomene überkompensiert, so dass die Sonne bei starker Sonnenfleckenaktivität etwas stärker ausstrahlt als sonst. Diese Variationen liegen aber nur im Promillebereich der mittleren Sonneneinstrahlung, so dass die Klimawirksamkeit relativ gering ist. [Foto: A. Juli, Physikalischer Verein, Frankfurt a. M.]

statistischer Filterfunktionen errechnet worden sind (Schönwiese, 2000), können zusammen mit anderen Analysetechniken auf mehr oder weniger regelmäßig auftretende Zyklen (harmonische Komponenten von Zeitreihen) hinweisen. Es sei erwähnt, dass insbesondere die Deutschland-Temperatur unter anderem einen deutlichen 7,5-jährigen Zyklus aufweist [Grieser et al., 2000; Rapp, 2000]. Auch

der Jahresgang, der uns wegen der jahreszeitlichen Unterschiede geläufig ist (saisonale Komponente), gehört zu diesen Zyklen. Schließlich gibt es so langfristige Zyklen, dass sie mit nur einem bzw. zwei relativen Maxima bzw. Minima in ihrer Zykluslänge nicht mehr klar bestimmbar sind. Solche Variationsanteile werden episodische, in den Wirtschaftswissenschaften Konjunkturkomponenten genannt.

Wir haben eine Vielzahl von Monatsdaten verschiedener Klimaelemente – global, Europa und Deutschland, jeweils in verschiedener räumlicher Auflösung – nicht nur auf die Existenz solcher typischen zeitlichen Strukturen, sondern auch auf die räumlichen Strukturen dieser zeitlichen Variationskomponenten hin untersucht. Das klingt kompliziert, ist aber anhand des Trendbeispiels im Prinzip zunächst leicht nachzuvollziehen: Der Vergleich der globalen mit der deutschen Mitteltemperatur hatte gezeigt, dass die in etwa hundertjährigen Temperaturtrends unterschiedlich sind. Das gilt in noch viel höherem Maße für die an einzelnen Messstationen beobachteten Temperaturtrends. Man kann daher Kartendarstellungen entwerfen, aus denen an verschiedenen Orten unterschiedliche Trends ersichtlich sind, und dies nicht nur für die Temperatur, sondern auch für andere Klimaelemente wie zum Beispiel den Niederschlag [Schönwiese und Rapp, 1997].

Kompliziert wird die Betrachtung erst dann, wenn eine Trennung der einzelnen zeitlichen Variationskomponenten erfolgt und diese in ihren räumlichen Charakteristika dargestellt werden. Beispielsweise kann ein Trend durch einen einzelnen, möglicherweise sogar falschen Extremwert, vorgetäuscht werden. Umgekehrt können Extremwerte nur deswegen häufiger werden, weil es einen Trend gibt. Zwar haben wir in dieser Hinsicht viele interessante Ergebnisse erzielt. Hier soll

Abb. 5: Durch Kraftwerke, die mit fossilen Brennstoffen (z. B. Kohle) betrieben werden, entsprechende Heizung in den Privathaushalten, Verkehr und Industrie werden diverse Schadstoffe in die Atmosphäre freigesetzt, die sich dort ausbreiten und je nach Wetterlage intensive Dunstschichten bilden können. Das dabei ebenfalls ausgestoßene, klimawirksame Kohlendioxid (CO₂) ist allerdings unsichtbar. [Foto: RWE Energie, Essen]



jedoch gleich auf die in der Öffentlichkeit mehr interessierenden Ursachen eingegangen werden, die hinter den jeweiligen zeitlichen bzw. räumlichen Klimaänderungsstrukturen stehen.

Die Ursachen: Mensch contra Natur

Wie kommen die unterschiedlichen Strukturen der Klimaänderungen zu Stande? Eine nach den zeitlichen und räumlichen Änderungsstrukturen differenzierende Analyse liefert den entscheidenden Ansatzpunkt für die Unterscheidung der verschiedenen im Klimageschehen zusammenwirkenden Ursachen. So hat ein explosiver Vulkanausbruch, wie beispielsweise der Ausbruch des Pinatubo (*Foto Seite 79*) im Jahr 1991, großräumige Abkühlungseffekte in der unteren Atmosphäre zur Folge, da sich schwefelhaltige Partikel in der Stratosphäre anreichern und dort einen Teil der Sonneneinstrahlung absorbieren bzw. reflektieren und somit abschirmen. Diese Effekte haben häufig ein globales Ausmaß und halten entsprechend der stratosphärischen Verweilzeit der Sulfatpartikel etwa ein bis drei Jahre an. Ein El-Niño-Phänomen, das sich in episodischen Erwärmungen der tropischen Ozeane äußert, dauert dagegen meist nur einige Monate und ist vor allem in den Tropen der Südhalbkugel (insbesondere im Bereich des tropischen Südpazifiks) nachweisbar. Die so genannte Nordatlantizillation, als eine Art Luftdruckschaukel des nordatlantischen Raums definiert, hat fast nur für Europa Bedeutung und zeigt eine komplizierte, aus verschiedenen Komponenten zusammengesetzte zeitliche Variationsstruktur. Die Sonnenaktivität hat, ähnlich dem explosiven Vulkanismus, stets globale Auswirkungen, schwankt aber unter anderem in einem typischen Zyklus von im Mittel elf Jahren (*Abb. 4*).

Bei den durch den Menschen bedingten Ursachen von Klimaänderungen stehen vor allem der anthropogene Treibhauseffekt und die Anreicherung der unteren Atmosphäre mit Sulfatpartikeln (Sulfataerosol) im Brennpunkt der Diskussion. Der anthropogene Treibhauseffekt beruht auf dem Ausstoß von Kohlendioxid (CO₂) und anderen Spurengasen bei der Nutzung fossiler Energie (Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas, einschließlich Verkehr) und Waldrodungen (*Abb. 5*). Die Sulfatpartikel gelangen als Folge von Verbrennungsprozessen fossiler Rohstoffe, aber auch industrieller Aktivitäten über die Schwefeldioxid (SO₂) – Emission in die Atmosphäre. Im Gegensatz zu den genannten natürlichen Ursachen – mit Ausnahme der Sonnenakti-

vität – handelt es sich hier um Einflüsse in Form von Langfristrends. Diese sind insofern unterschiedlich, als der anthropogene Treibhauseffekt durch eine ständig (progressiv) zunehmende atmosphärische Konzentration der dafür verantwortlichen klimawirksamen Spurengase – mit stets globalen Auswirkungen – bewirkt wird. Im Vergleich dazu weist der anthropogene Sulfataerosoleffekt einen ungleichmäßigen Trend auf: Dieser hatte im Rahmen der wirtschaftlichen Entwicklung einen Höhepunkt nach dem zweiten Weltkrieg bis in die siebziger Jahre des 20. Jahrhunderts und nahm dann auf Grund der umfassenden Luftreinigungmaßnahmen ab, die weltweit mit Ausnahme von Südostasien verwirklicht wurden. Außerdem zeigt er wegen seiner engen Bindung an die Industriestandorte und Ballungszentren regionale Schwerpunkte im Bereich der großen Kontinente der Nordhalbkugel.

Klimadaten enthaltenen Variationsinformationen nach den einzelnen Ursachen getrennt werden – und zwar sowohl in ihrer Signalstärke, zum Beispiel dem Ausmaß der dadurch bewirkten Temperaturänderungen, als auch der durch den jeweiligen Einfluss erklärten Varianz, die in der Statistik den quadratischen Korrelationskoeffizienten als Maß für Zusammenhänge repräsentiert.

Es bleiben bei dieser Art von Analyse aber stets Variationen übrig, denen keine Ursachen zugeordnet werden können. Dieses Residuum kann als unerklärte Varianz quantitativ angegeben werden, was für die weitere Interpretation wichtig ist. Zuvor muss aber untersucht werden, ob es Strukturen enthält, die vom „Zufallsrauschen“ abweichen. Ist das der Fall, gibt es dafür Ursachen, die man jedoch nicht kennt. Dieser Rest heißt strukturiertes Residuum. Nur das davon unterscheidbare unstrukturierte

Ursachen für Klimaänderungen	Globale Datensätze						Europäische Datensätze								
	T	GL	T	8	T	72	D	62	GP	T	52	D	44	N	83
			BM		GP					GP		GP		GP	
Treibhausgase	59.9		35.7		19.0		0.5 (7.9)			7.6		0.6		3.5	
Sulfatpartikel	3.1		0.2		3.2		9.6 (-)			1.5		3.5		1.4	
Vulkanismus	6.0		6.7		4.0		5.1			0.8		2.0		1.1	
ENSO	4.2		6.2		7.1		5.7			0.1		0.4		1.4	
Sonnenaktivität	4.2		0.3		2.2		3.2			2.1		0.9		1.3	
NAO	0.0		0.0		2.6		3.1			8.9		20.2		4.2	
Gesamt *)	79.7		51.0		38.8		29.1 (27.2)			21.3		27.8		13.2	
	(77.4)		(49.1)		(38.1)					(21.0)		(27.6)		(12.9)	
Rest, strukturiert	4,7		ca. 10		7.1		7.6			10.5		3.8		3.8	
Rest, unstrukturiert	15,6		ca. 40		54.1		63.3			68.2		68.4		83.0	

Abb. 6: Auflistung der untersuchten Ursachen für Klimaänderungen und dadurch in den einzelnen Datensätzen der Klimabeobachtungsdaten erklärte Varianz in Prozent. Bei den Datensätzen bedeuten die Abkürzungen: T = bodennahe Lufttemperatur, D = Luftdruck (auf Meeresspiegelhöhe reduziert), N = Niederschlag; GL = globaler Mittelwert, BM = Breitenkreismittel, GP = Gitterpunkte. Die Trennung der erklärten Varianzen für die einzelnen Einflussgrößen gelingt nur annähernd, so dass die Summe dieser Einzelvarianzen (In Klammern) jeweils nicht exakt gleich der erklärten Gesamtvarianz der statistischen Analyseverfahren ist.

Die Zuordnung der zeitlich-räumlichen Strukturen der für das Industriezeitalter rekonstruierten Klimaänderungen zu den entsprechenden Strukturen der verschiedenen natürlichen wie anthropogenen Einflüsse, die über so genannte Parametrisierungen in Zeitreihenform gebracht werden müssen (Einzelheiten siehe Grieser et al., 2000), erfolgt mithilfe aufwändiger statistischer Techniken, den empirischen orthogonalen Funktionen bzw. der Hauptkomponentenanalyse, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Dies gilt auch für die damit verknüpfte sukzessive multiple Regression. Mit diesen Techniken können die in den

rierte Residuum darf definitiv als „Zufallsrauschen“ angesehen werden. Ähnlich dem Trend/Rauschverhältnis entscheidet das Verhältnis von Signalstärke zu „Zufallsrauschen“ darüber, mit welcher Wahrscheinlichkeit das auf jeweils eine bestimmte Ursache zurückgehende Signal in den Klimadaten entdeckt worden ist.

Indizienbeweis contra Mensch?

Auch die Ergebnisse, bei denen die in der Vergangenheit beobachteten zeitlich-räumlichen Strukturen der Klimaänderungen bestimmten Ursachen zugeordnet werden, sind sehr umfangreich. Die wich-

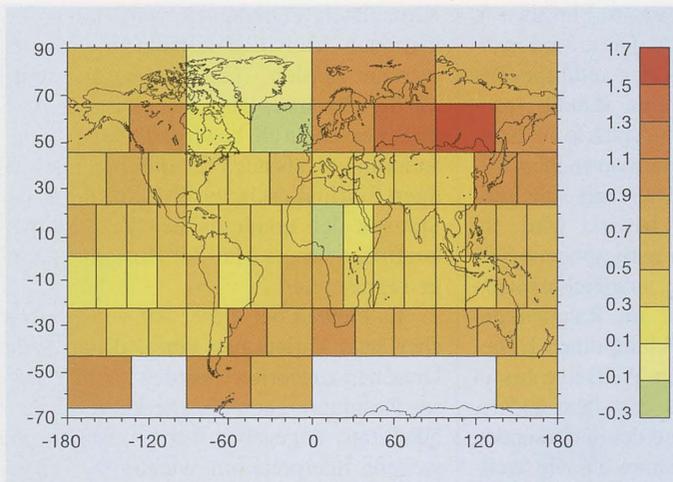


Abb. 7: Signalstärke, das heißt bodennahe Temperaturänderung 1894-1995 in Grad Celsius auf Grund des anthropogenen Treibhauseffektes („Treibhaus-signale“), aufgeschlüsselt nach Flächenelementen (globale Abdeckung), wie sie sich auf Grund der hier vorgestellten statistischen Analyse ergeben. Diese farblich gekennzeichneten Signalstärken sind offenbar unterschiedlich, wobei nicht nur Erwärmungen, sondern auch Abkühlungen (z.B. in der Region Grönland/Nordatlantik) feststellbar sind. Weiße Flächen bedeuten, dass keine ausreichende Datengrundlage vorhanden ist.

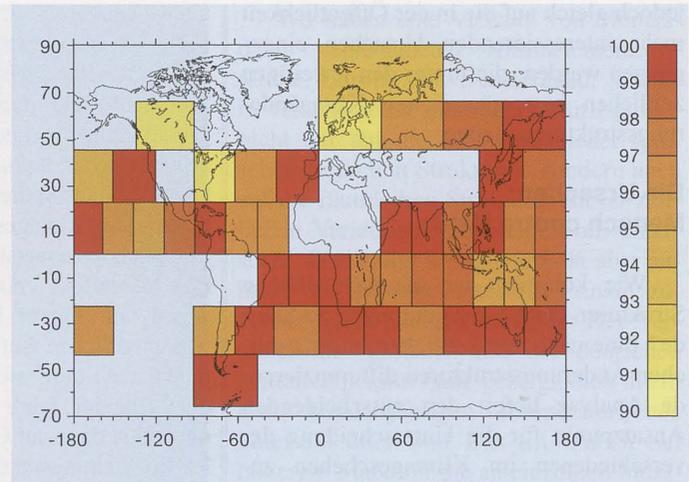


Abb. 8: Wahrscheinlichkeit für die Entdeckung des anthropogenen Treibhauseffektes im klimatologischen Datenfeld der Abbildung 7, abgeschätzt durch den Vergleich der betreffenden Signalstärken mit der Restvariabilität („Zufallsrauschen“) der Klimadaten, wie sie sich nach Abzug aller auf erkennbare anthropogene und natürliche Ursachen zurückgehende Variationsanteile ergibt. Diese Wahrscheinlichkeit ist vorwiegend in den tropischen bis subtropischen ozeanischen Regionen relativ hoch.

tigsten sind in der *Abbildung 6* zusammengestellt. Dabei zeigt sich, dass sowohl die erklärte Gesamtvarianz, die alle betrachteten Ursachen repräsentiert, als auch die durch den anthropogenen Treibhauseffekt verursachte Varianz bei der global gemittelten bodennahen Lufttemperatur am größten ist. Beide statistischen Größen nehmen systematisch mit zunehmender regionaler Differenzierung und beim Übergang von der Temperatur auf andere Klimatelemente ab.

So kann bei den globalen Mittelwerten der Temperatur im Zeitraum von 1899 bis 1998 eine Gesamtvarianz von 79,7 Prozent erklärt werden, wovon der weitaus überwiegende Teil (59,9 Prozent) auf den anthropogenen Treibhauseffekt zurückgeht. Beim europäischen, regional differenzierten Niederschlag (Datenfeld) lauten die entsprechenden Zahlen 13,2 Prozent und 3,5 Prozent. Entsprechend nehmen die Anteile unerklärter Varianz zu: von 21,1 Prozent (davon 15,6 Prozent mit Zufallseigenschaften) bei der Globaltemperatur auf 86,8 Prozent (davon 83,0 Prozent mit Zufallseigenschaften) bei den europäischen Niederschlagsfeldern. Der Niederschlag erscheint somit viel mehr zufallsgesteuert als die Temperatur und ist aus diesem Grund für den Nachweis anthropogener Klimaänderungen wesentlich weniger geeignet.

Wie groß sind die vom anthropogenen Treibhauseffekt und somit vom Menschen verursachten Klimaänderungen? *Abbildung 7* gibt darauf hinsichtlich der globalen, aber regional differenzierten Temperaturänderungen eine Antwort: Das maximale treibhausbedingte Temperatursignal findet sich in Sibirien und beträgt 1,5 bis

1,7 Grad Celsius. Im weiteren konzentrieren sich die maximalen Effekte um die Breitenkreiszonen 50° bis 70° Nord und 30° bis 50° Süd. Dabei gibt es bemerkenswerte Unterschiede: Beispielsweise ist im Bereich Grönland/Island eine Abkühlung zu verzeichnen, die der Vorstellung vom anthropogenen Treibhauseffekt zu widersprechen scheint. An dieser Stelle versagt die statistische Methodik, weil sie die beobachteten Effekte nur zuordnen, nicht aber physikalisch erklären kann. Eine solche Erklärung ist, dass durch die verstärkte Durchmischung des Ozeanwassers kaltes Tiefenwasser nach oben befördert wird [Houghton et al., 1996].

Mit welcher Wahrscheinlichkeit können solche Klimasignale auf den anthropogenen Treibhauseffekt zurückgeführt werden? Dabei spielt das Signal-/Rauschverhältnis die entscheidende Rolle, also nicht nur die Signalstärke, sondern auch die Hintergrundvariabilität, das zufällige Klimarauschen. Ist dieses Rauschen groß, kann es Signale auch dann verdecken, wenn sie relativ groß sind. Wie *Abbildung 8* zeigt, kann der anthropogene Treibhauseffekt anhand der Klimabeobachtungsdaten am besten in den ozeanisch beein-

flussten Regionen zwischen 50° Nord und 50° Süd nachgewiesen werden. Dabei ist im Detail wichtig, in wie vielen Teilflächenelementen mit welcher Wahrscheinlichkeit dieser Nachweis erfolgreich ist.

Wie *Abbildung 9* zeigt, wird die Erfolgsquote mit zunehmender regionaler Differenzierung und beim Übergang auf andere Klimatelemente immer geringer. Beim Niederschlag ist bemerkenswert, dass zwar die regionale Struktur der Signale mit Niederschlagszunahme vor allem in Skandinavien und -abnahme im Mittelmeerraum mit den Beobachtungen gut übereinstimmt [Schönwiese und Rapp, 1997], jedoch das „Rauschen“, also die Gesamtvariabilität des Niederschlages, so groß ist, dass diese anthropogenen Signale darin verschwinden und gerade mal in zwei Flächenelementen eine Entdeckungswahrscheinlichkeit von 90 Prozent übertroffen wird. Das bedeutet zwar nicht, dass der Mensch den Niederschlag nicht beeinflusst; dieser Einfluss ist aber aus den genannten Gründen nicht nachweisbar.

In *Abbildung 10* ist die Zeitreihe aus *Abbildung 2* noch einmal zu sehen, nach Abzug aller anthropogenen und natürli-

Entdeckungswahrscheinlichkeit	Globale Datensätze		Europäische Datensätze		
	T, 72 GP	P, 62 GP	T, 52 GP	P, 44 GP	N, 83 GP
Statist. Signifikanz > 99 Prozent	19	4	-	2	-
> 95 Prozent	42	8	4	2	-
> 90 Prozent	47	15	11	2	2

Abb. 9: Entdeckungswahrscheinlichkeit des anthropogenen Treibhaussignals in klimatologischen Datenfeldern, wobei jeweils die Anzahl der Gitterpunkte (GP) angegeben ist, an denen diese Entdeckung mit der angegebenen Wahrscheinlichkeit gelingt; Erklärung der Abkürzungen Abb. 6.

chen Signale, die wir mit unserer Methodik darin entdecken konnten. Die so entstandene Zeitreihe des entsprechenden „Zufallsrauschens“ wurde mit der Zeitreihe des anthropogenen Treibhauseffekt-Signals verglichen. Dieses ist mit der Zeit offenbar immer stärker geworden und hebt sich ab dem Jahr 1970 mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,9 Prozent vom Zufallsrauschen ab. Nimmt man das ebenfalls anthropogene, aber im globalen Mittel kühlende Sulfatsignal hinzu, so verzögert sich die Entdeckungszeit anthropogener Klimabeeinflussung bei gleicher Wahrscheinlichkeit bis zum Jahr 1993. Damit ist der menschliche Einfluss auf das Klima eindeutig nachgewiesen.

Konsequenzen

In der Klimatologie gibt es neben der Erfassung von Klimadaten aus Messung und Rekonstruktion und der physikochemischen Klimamodellierung, die zum Verständnis und zur Simulation von Klimaprozessen führen soll, noch ein drittes Standbein: Die auf den Klimabeobachtungsdaten aufbauende mathematisch-statistische Analyse der raum-zeitlichen Klimaänderungsstrukturen (deskriptiv) und die darauf aufbauende statistische Ent-

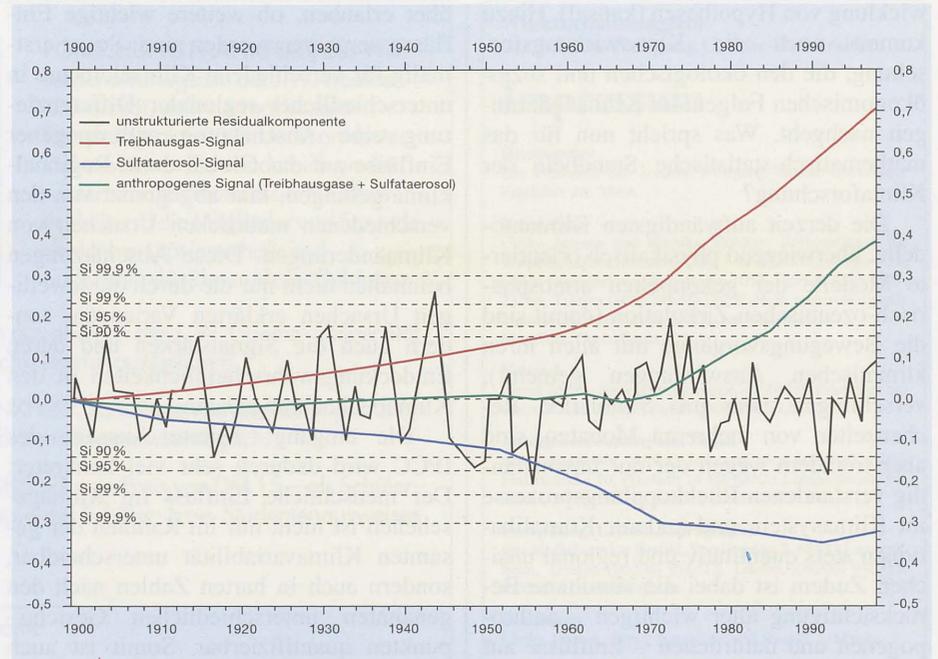


Abb. 10: Restvariabilität, so genanntes „Zufallsrauschen“, der in Abbildung 2 dargestellten Daten der global gemittelten bodennahen Lufttemperatur 1899-1998 (schwarze Kurve) und zugehörige Signifikanzgrenzen (schwarze horizontale Linien), die angeben, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass unter der Annahme eines reinen Zufallsprozesses dort keine Daten auftreten. Damit sind nun drei Kurven verglichen, zunächst die des anthropogenen Treibhausgassignals (rot), die im globalen Mittel zu einer Erwärmung führt. Diese Erwärmung überschreitet im Jahr 1970 die Signifikanzgrenze von 99,9 Prozent und ist daher ab diesem Jahr mit dieser Wahrscheinlichkeit nachgewiesen. Eine zweite Komponente (blau), die auf den anthropogenen Sulfateffekt zurückgeht, hat eine Abkühlung bewirkt, die etwa ab 1980 die 99,9 Prozent-Signifikanzgrenze überschreitet. Die Summe aus beidem (grüne Kurve) ergibt eine Erwärmung, da der anthropogene Treibhauseffekt überwiegt. Dieser kombinierte anthropogene Einfluss auf das Klima ist seit 1993 auf dem Niveau 99,9 Prozent signifikant.

ANZEIGE

EVENT-SERVICE

ihre CD • direkt vom Presswerk schnell • zuverlässig • preiswert

DISC-SPEZIAL

Digitale Datenträger GmbH

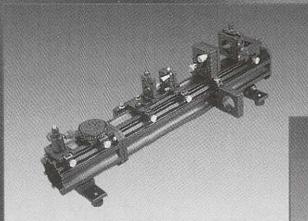
Liebigstraße 3-7
D-61130 Nidderau

Tel.: +49(0)6187-9399-0
Fax: +49(0)6187-9399-3

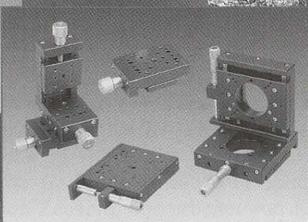
*Kleine und große Auflagen • in zuverlässiger Qualität zu vernünftigen Preisen • 1 bis 5 farbig bedruckt
Booklet & Inlaycard • Sonderverpackung aller Art.*

Das DISC-SPEZIAL-TEAM freut sich auf Ihren Anruf

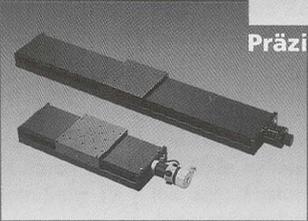
FEINMECHANISCHE UND OPTISCHE SYSTEMTECHNIK



Aufbaukomponenten



Präzisionsversteller



Positioniersysteme

OWIS GmbH
Im Gaisgraben 7, D-79219 Staufen i.Br.
Tel. ++ 49 (0) 76 33 / 95 04 - 0, Fax ++ 49 (0) 76 33 / 95 04 - 44
<http://www.owis-staufen.de>, e-mail: info@owis-staufen.de



wicklung von Hypothesen (kausal). Hinzu kommt noch die Klimawirkungsforschung, die den ökologischen und sozio-ökonomischen Folgen der Klimaänderungen nachgeht. Was spricht nun für das mathematisch-statistische Standbein der Klimaforschung?

Die derzeit aufwändigsten Klimamodelle, überwiegend physikalisch orientierte Modelle der gekoppelten atmosphärisch-ozeanischen Zirkulation (damit sind die Bewegungsvorgänge mit allen ihren klimatischen Auswirkungen gemeint), verschlingen zwar pro Simulation Rechenzeiten von mehreren Monaten, sind aber trotzdem wegen der nur unvollständig verstandenen Rückkopplungsprozesse im Klimasystem und anderer Komplikationen stets quantitativ und regional unsicher. Zudem ist dabei die simultane Berücksichtigung aller wichtigen – anthropogenen und natürlichen – Einflüsse auf das Klimasystem schon aus Gründen der Rechenkapazität nicht möglich. Die Ergebnisse derartiger Modellrechnungen, die – wie oft geschehen – nur den anthropogenen Treibhauseffekt oder allenfalls zusätzlich den anthropogenen Sulfateffekt als Antriebsmechanismus beinhalten, mit den Beobachtungsdaten zu vergleichen, die die Wirkung aller Antriebe widerspiegeln, kann nicht zu verlässlichen Schlussfolgerungen führen.

Empirisch-statistische Methoden haben zwar den Nachteil, dass sie die fehlende physikalische Basis der Prozesse durch eine Art formale Ähnlichkeitsbetrachtung ersetzen; ihr Vorteil ist jedoch, dass sie sich ausschließlich an der beobachteten Realität orientieren und wegen der vergleichsweise geringen Rechenzeiten nicht nur die simultane Betrachtung aller wichtigen Ursachen von Klimaänderungen, sondern auch Abschätzungen dar-

über erlauben, ob weitere wichtige Einflüsse vergessen worden sind. So ist erstmalig für verschiedene Klimaelemente in unterschiedlicher regionaler Differenzierung eine Abschätzung anthropogener Einflüsse auf das Global- bzw. Regional-klima gelungen, klar abgegrenzt von den verschiedenen natürlichen Ursachen von Klimaänderungen. Diese Abschätzungen beinhalten nicht nur die durch die jeweiligen Ursachen erklärten Varianzen, sondern auch die Signalstärken und deren Entdeckungswahrscheinlichkeiten in den Klimabeobachtungsdaten.

Die eingangs zitierte Aussage des IPCC wird dadurch sehr viel konkreter: Der menschliche Einfluss im Klimageschehen ist nicht nur im Rahmen der gesamten Klimavariabilität unterscheidbar, sondern auch in harten Zahlen nach den genannten unterschiedlichen Gesichtspunkten quantifizierbar. Somit ist auch das gelegentlich zu hörende Argument, Klima sei mehr chaotisch als ursächlich erklärbar oder die Sonnenaktivität sei viel wirksamer als der anthropogene Treibhauseffekt, eindeutig widerlegt. So gewinnen Forderungen nach Klimaschutzmaßnahmen wesentlich größeres Gewicht. „Wait and see“ kann daher nicht die richtige Strategie sein. Der Mensch hat in seiner Rolle als Klimafaktor nicht nur die Bühne des Geschehens betreten. Er ist als wesentlicher Klimafaktor identifiziert und trägt daher Verantwortung, auch und besonders gegenüber künftigen Generationen. Wir müssen reagieren bzw. vorsorgen, und zwar einerseits sachgerecht, objektiv und mit Augenmaß, andererseits entschlossen, rechtzeitig und wirksam. An Vorschlägen, wie Klimaschutzmaßnahmen aussehen sollten, fehlt es nicht. Sie reichen von der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen

(beschlossen im Rahmen der UN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung, 1992, Rio de Janeiro) und den derzeit im jährlichen Turnus dazu stattfindenden Vertragsstaatenkonferenzen, die sich um die konkrete Umsetzung dieser Konvention bemühen, bis hin zu den Empfehlungen der beiden Enquête-Kommissionen des Deutschen Bundestages „Schutz der Erdatmosphäre“ (1991, 1995) bzw. des „Klimabündnisses der Städte“ und den Selbstverpflichtungen der Industrie [Brauch, 1996; Umweltbundesamt, 1992ff.].



Literatur

- Brauch, H.G. (Hrsg.): Klimapolitik. Springer, Berlin 1996.
- Grieser, J., Schönwiese, C.-D.: Process, forcing, and signal analysis of global mean temperature variations by means of a three-box energy balance model. *Climatic Change*, accepted, 2000.
- Grieser, J., Staeger, T., Schönwiese, C.-D.: Statistische Analyse zur Früherkennung globaler und regionaler Klimaänderungen aufgrund des anthropogenen Treibhauseffektes. Bericht Nr. 103, Inst. Meteorol. Geophys., Univ. Frankfurt a.M. 2000.
- J.T. Houghton et al. (eds.): *Climate Change. The IPCC Scientific Assessment* (IPCC = UN Intergovernmental Panel on Climate Change). Univ. Press, Cambridge 1990.
- J.T. Houghton et al. (eds.): *Climate Change 1995. The Science of Climate Change* (IPCC Second Assessment Report). Univ. Press, Cambridge 1996.
- Rapp, J.: Konzeption, Problematik und Ergebnisse klimatologischer Trendanalysen für Europa und Deutschland. Dissertation; Berichte des Deutschen Wetterdienstes, in Vorbereitung, Offenbach 2000.
- Schönwiese, C.-D.: *Klimatologie*. Ulmer (UTB), Stuttgart 1974.
- Schönwiese, C.-D.: *Klimaänderungen. Daten, Analysen, Prognosen*. Springer, Berlin 1995.
- Schönwiese, C.-D.: Zwischen „Katastrophe“ und „Schwindel“. Anmerkungen zur Klimadebatte. *Universitas*, Bd. 52, S. 983-990, 1997.
- Schönwiese, C.-D., Rapp, J.: *Climate Trend Atlas of Europe – Based on Observations*. Kluwer, Dordrecht 1997.
- Umweltbundesamt: *Jahresberichte*. Berlin, 1992ff.; *Umweltpolitik* (Broschüren zu verschiedenen Themen). Berlin, 1993ff.

Forschung Frankfurt Abonnement

FORSCHUNG FRANKFURT, das Wissenschaftsmagazin der J.W. Goethe-Universität, stellt viermal im Jahr Forschungsaktivitäten der Frankfurter Universität vor. Es wendet sich an die wissenschaftlich interessierte Öffentlichkeit und die Mitglieder und Freunde der Universität innerhalb und außerhalb des Rhein-Main-Gebietes.

FORSCHUNG FRANKFURT macht Arbeiten aus allen an der J. W. Goethe-Universität vertretenen Disziplinen über die engeren Fachkreise hinaus bekannt.

Hiermit bestelle ich FORSCHUNG FRANKFURT zum Preis von DM 20,- pro Jahr einschließlich Porto. Die Kündigung ist jeweils zum Jahresende möglich.

Hiermit bestelle ich FORSCHUNG FRANKFURT zum Preis von DM 15,- als Schüler- bzw. Studentenaabo einschließlich Porto (Kopie des Schüler- bzw. Studentenausweises lege ich bei).

Name Vorname

Straße, Nr. PLZ, Wohnort

(nur für Universitätsangehörige): Hauspost-Anschrift

Datum Unterschrift

Widerrufsrecht: Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von zehn Tagen schriftlich beim Präsidenten der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Vertrieb FORSCHUNG FRANKFURT, widerrufen kann und zur Wahrung der Frist die rechtzeitige Absendung des Widerrufs genügt. Ich bestätige diesen Hinweis durch meine zweite Unterschrift:

Datum Unterschrift

Bitte richten Sie Ihre Bestellung An den Präsidenten der Johann Wolfgang-Goethe-Universität,
„FORSCHUNG FRANKFURT“,
Postfach 111932, 60054 Frankfurt

Wissenschaftsmagazin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität

Impressum

Herausgeber

Der Präsident der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

Redaktion

Ulrike Jaspers und Monika Mölders, Referentinnen für
Wissenschaftsberichterstattung, Senckenberganlage 31,
60054 Frankfurt am Main, Raum 1053, Telefon (069) 798-
23266, Telefax (069) 798-28530, E-Mail: jaspers@ltg.uni-
frankfurt.de und moelders@ltg.uni-frankfurt.de
Mitarbeit: Corla Bauer

Vertrieb

Ingrid Steier, Senckenberganlage 31, 60054 Frankfurt am
Main, Raum 1052, Telefon (069) 798-22472

Anzeigenverwaltung und Druck

Anzeigenagentur Alpha, Informationsgesellschaft mbH,
Finkenstraße 10, Postfach 14 80, 68623 Lampertheim, Te-
lefon (06206) 939-0, Telefax (06206) 939-232

Herstellung, Layout, Reprographie

rjm Medienservice GmbH, Spierlingweg 3, 68623 Lampert-
heim, Telefon (06206) 910313, Telefax (06206) 910315,
E-Mail: r_manke@rjm.de

Gestaltung

Ulrike Jaspers, Elmar Lixenfeld und Rudolf J. Manke

Grafiken

Conny Cumle

Bezugsbedingungen

FORSCHUNG FRANKFURT kann gegen eine jährliche
Gebühr von 20,- DM, abonniert werden. Das Einzelheft
kostet 5,- DM bei Versand zzgl. Porto. Einzelverkauf u.a.
im Buch- und Zeitschriftenhandel in Uni-Nähe und beim
Vertrieb.

Die Beilage „FORSCHUNG FRANKFURT extra“ er-
scheint zur Buchmesse im Oktober und wird kostenlos mit
der vierten Ausgabe des Wissenschaftsmagazins geliefert.

Für Mitglieder der Vereinigung von Freunden und Förde-
rern der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt
am Main e.V. sind die Abonnementgebühren für FOR-
SCHUNG FRANKFURT im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Hinweis für Bezieher von FORSCHUNG FRANKFURT
(gem. Hess. Datenschutzgesetz): Für Vertrieb und Abonne-
mentverwaltung von FORSCHUNG FRANKFURT wer-
den die erforderlichen Daten der Bezieher in einer automa-
tisierten Datei gespeichert, die folgende Angaben enthält:
Name, Vorname, Anschrift, Bezugszeitraum und – bei
Teilnahme am Abbuchungsverfahren – die Bankverbin-
dung. Die Daten werden nach Beendigung des Bezugs ge-
löscht.

Die Beiträge geben die Meinung der Autoren wieder. Der
Nachdruck von Beiträgen ist nach Absprache möglich.

18. Jahrgang

ISSN 0175-0992

Bildnachweis

Titelbild: aus: Fuat Sezgin, Mathematische Geographie und Kartographie im Islam und ihr Fortleben im Abendland, Band XII: Kartenband aus der Reihe „Geschichte des arabischen Schrifttums“ (nähere Angaben Buchtipps S. 30)

Friedrich Nietzsche: Fotos Seite 4 und 5 Ullstein Bilderdienst; Notenblatt aus Tristan und Isolde, Verlag Peters, Leipzig 1935; Notenblatt Seite 7 Stiftung Weimarer Klassik, Goethe-Schiller-Archiv, Weimar; Signet Seite 7 aus: Richard Wagner und Bayreuth in Karikatur und Anekdote, Verlag Edition Musica Bayreuth 1975; Nietzsche-Bild Seite 8 Stiftung Weimarer Klassik; Autorenfoto Seite 8 von Büchi; Foto Seite 11 aus: Heinrich Habel, Festspielhaus und Wahnfried, Prestel-Verlag, München 1985, Notenblatt Seite 11 aus: Friedrich Nietzsche, Der musikalische Nachlass, hrsg. von Curt Paul Janz, Bärenreiter-Verlag, Basel 1976; Zeichnung Nietzsche Seite 13 aus:

du, Die Zeitschrift für Kultur, Heft Nr.6, Juni 1998; Dionysos-Abbildung aus: Martin Vogel, Nietzsche und Wagner, Ein deutsches Lesebuch, Verlag systematische Musikwissenschaft, Bonn 1984; Karikatur aus: Richard Wagner und Bayreuth in Karikatur und Anekdote s.o.

Urknall: Bild Seite 15 ESO, Grafik S. 16 und Bild Seite 19 CERN, Genf, Grafik Seite 17 DESY, Hamburg, Graphik Seite 18 oben von Reinhard Stock, Bild Seite 18 unten von Horst Stöcker, Frankfurt, Autorenfoto Seite 19 von Büchi

Kartografie-Geschichte: alle Abbildungen aus: Fuat Sezgin, Mathematische Geographie und Kartographie im Islam und ihr Fortleben im Abendland, Band XII: Kartenband aus der Reihe „Geschichte des arabischen Schrifttums“ (nähere Angaben Buchtipps S. 30); Autorenfoto Seite 25 und Foto Seite 30 von Uwe Dettmar, Frankfurt

Leberkrebs: Fotos von Thomas Vogl, Grafiken von Vogl, überarbeitet von Kumle, Autorenfotos Seite 38 von Büchi

Hepatitis C: Fotos von Stefan Zeuzem, Grafiken von Zeuzem, überarbeitet von Kumle, Bild Seite 41 von C. F. Dietrich

Lebertransplantation: Fotos von Bernd Markus et al., Grafiken von Markus et al., überarbeitet von Kumle, Autorenfoto Seite 55 von Büchi

Unternehmensgeschichte Krupp: alle Fotos aus: Historisches Archiv Krupp, Essen; Autorenfoto Seite 65 oben von Wonge Bergmann, Seite 65 unten von Büchi

Männlichkeit in der Kunst: Angaben bei den Abbildungen; Autorenfoto Seite 69 von Büchi; Autorenfoto Seite 74 privat

Klimaforschung: Einzelnachweise der Fotos siehe Bildlegenden, Grafiken von Christian-D. Schönwiese, überarbeitet von Kumle, Autorenfoto Seite 81 von Büchi

Goethe und die durchgeistete Natur

Das Buch zum wissenschaftlichen Festival

Als man vergangenen Jahres den 250. Geburtstag Johann Wolfgang Goethes in Frankfurt am Main feierte, würdigten den Dichter und Universalgelehrten auch 22 Wissenschaftler im Namen der Frankfurter Universität – die offensichtlich mehr als nur seinen Namen geerbt zu haben scheint. Ganz im Sinne Goethes verbanden die Veranstalter Sinnliches bei Ausstellungen und Experimenten sowie Reflexives durch die wissenschaftlichen Vorträge. Der vor einigen Monaten erschienene Sammelband vereinigt jene Aufsätze zu Goethes Naturvorstellung, die aus den gehaltenen Vorträgen anlässlich des wissenschaftlichen Festivals vom 7. bis 9. Mai 1999 im Casino des I.G.-Farben-Gebäudes (Poelzig-Bau) hervorgegangen sind.

Einerseits ist es dem vielfältigen Interesse Goethes zu verdanken, dass sich bekannte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler einer ganzen Universität und deren Gastredner berufen fühlen, sich zu seinem Denken und Forschen zu äußern; andererseits haben die Veranstalter mit Goethes Interesse an der Natur äußerst geschickt ein Thema ausgewählt, das durch alle Galaxien seines geistigen Universums führt. Goethes Naturbeflissenheit, so die Herausgeber, war am besten geeignet, den „Zugang zum Reichtum seines geistigen Kosmos“ zu finden und zahlreiche Fachbereiche zu beteiligen.

Unter den Rubriken „Licht und Auge“, „Geist und Gestalt“, „Elemente und Kosmos“ sowie „Natur und Freiheit“ finden sich Arbeiten, die – dem Geist Goethes folgend – eine starre Trennung von Geistes- und Naturwissenschaften nicht anerkennen, ja sie sogar zu überwinden suchen. Nahezu alle Aspekte seiner auf die Natur bezogenen Beschäftigung werden mal mehr oder weniger umfangreich in den Texten reflektiert. Die Sprache und Motive in Goethes früher Naturlyrik z.B. sieht Ralph-Rainer Wuthenow als Ausdruck des Allgemein-Objektiven und Gesetzhaften in der Natur, weniger als subjektive Stimmungskulisse. Klaus-Jürgen

Grün setzt den an Spinoza orientierten All-Einheits-Gedanken Goethes und seine dynamisch-prozessuale Naturbetrachtung mit der später aufkommenden Evolutionstheorie Darwins in Verbindung. Helmut Gebelein und Erich-Walter Grabner von der naturwissenschaftlichen Fraktion geben mit einigen Versuchsbeschreibungen und Skizzen einen interessanten Einblick in die alchemistische Hexenküche des Frankfurter Hobbychemikers.

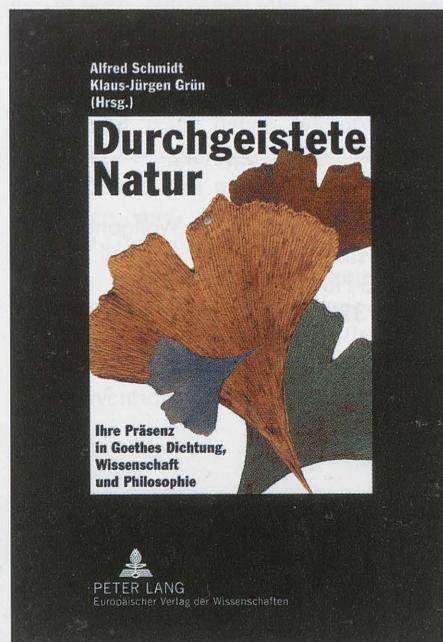
Daneben werden auch sein poetisch-philosophischer Naturbegriff, seine Untersuchungen zur Zoologie und Botanik,

nis der Griechen, sein erkenntnistheoretisches Ideal und seine Auffassung von Kunst. Ulrike Kienzle widmet sich dem seltener behandelten Thema einer „anthropologischen Tonlehre“. Heinrich Schipperges greift zudem Goethes Vorstellungen einer Lebenskunst auf, die im Spannungsfeld von Kultur und Natur eine bewusste Lebensführung vorsieht. Eingeleitet wird der Band von Alfred Schmidts umfassendem Vortrag, der durch Benennung der wesentlichen Stichworte und der philosophiehistorischen Traditionslinien eine Übersicht über den ganzen Naturbegriff Goethes gibt und der somit einen Basistext zum Goetheschen Naturverständnis darstellt.

Goethes Naturbegriff vermag – will man den Autoren glauben – physikalische, chemische und physiologische Erkenntnisse mit künstlerischen und sittlich-moralischen Aspekten zu vereinigen, da ihm die willkürliche Trennung von Wesen und Erscheinung, von Innerem und Äußerem suspekt bleibt. Nicht nur Wahrnehmbares und nur zu Denkendes stehen bei ihm in Verbindung, sondern auch beide mit dem jeweiligen Betrachter. Goethes Blick auf die Natur ist einer, der von einer inneren Harmonie zwischen Beobachter und Beobachtetem ausgeht, wodurch Natur letztlich zu einem humanistischen Korrektiv wird, an dem die übersteigerte Rationalität des Menschen genesen kann.

Kritisch anzumerken bleibt jedoch, dass für die Frankfurter Juristen und Theologen – die man im Band vergeblich sucht – der naturbeflissene Goethe offensichtlich noch eine allzu große Herausforderung darstellt. Insgesamt stellt der Sammelband aber eine überaus gelungene Würdigung des Namensgebers der Frankfurter Universität, eine ausgezeichnete Referenz ihrer Wissenschaftler und zugleich ein solides Stück einschlägige Forschungsliteratur dar. Allerdings hätte für diesen Preis die Gestaltung des Bandes mit Bildtafeln und Abbildungen etwas aufwändiger sein können.

Wolfgang Jordan



Durchgeistete Natur. Ihre Präsenz in Goethes Dichtung, Wissenschaft und Philosophie. Herausgegeben von Alfred Schmidt und Klaus-Jürgen Grün. Frankfurt am Main, Berlin, Bern, Brüssel, New York, Wien: Peter Lang 2000, ISBN 3-631-35570-X, 321 S., 88,- DM.

seine Farbenlehre, die medizinischen und elektromagnetischen Forschungen und die Studien zur Witterungslehre untersucht. Außerdem sind besonders die Ansätze von Interesse, die Goethes gesamte Geisteswelt zu charakterisieren versuchen: sein Verhältnis zum Naturverständnis

Bürger und Unternehmen

schufen in Frankfurt am Main

die erste deutsche Stiftungsuniversität.

Bürger und Unternehmen

sind seit **1914** der Universität

verbunden. Fördern Sie Forschungsprojekte,

Nachwuchswissenschaftler und die

Verbindung der **Universität**

zu Stadt und Region.

Werden Sie **Mitglied** in der

Vereinigung von **Freunden** und Förderern

der Johann Wolfgang Goethe-Universität

Frankfurt am Main e.V.

Über das Angebot für die

Freunde und Förderer informiert Sie

Sylvie von Ziegesar

Telefon 069/798-23935

Fax 069/798-28064

eMail freunde@vff.uni-frankfurt.de

**Innovation und Partnerschaft.
Aventis Pharma.**



Our challenge is life.



Spektrum wichtiger Therapiegebiete sind wir ein kompetenter Partner für Ärzte und Patienten.

Unsere Vision ist es, mit unserem großen Innovationspotenzial neue Wege für die Behandlung und Prävention von Krankheiten zu erschließen. Unser Ziel: die Gesundheit und Lebensqualität der Menschen weltweit zu verbessern.

Willkommen bei Aventis Pharma! Hervorgegangen aus der Fusion von Hoechst Marion Roussel und Rhône-Poulenc Rorer ist Aventis Pharma eines der weltweit führenden Pharmaunternehmen. Mit innovativen Arzneimitteln und Serviceleistungen in einem breiten

Rufen Sie uns an! Für Ihre Fragen stehen wir Ihnen unter (06) 305 22044 gerne zur Verfügung.

Aventis Pharma Deutschland GmbH
Postfach 1109, 65796 Bad Soden am Taunus, www.pharma.aventis.de