

# Blick in die Wissenschaft 20



Forschungsmagazin der Universität Regensburg

## **BILDWISSENSCHAFTEN**

Visuelle Grenzerfahrungen in der  
Malerei Caspar David Friedrichs

## **KULTURTHEORIE**

Exzentrik, Anglistik, Kultur

## **MEDIENKUNST**

Watchful Portrait und die Kybernetik  
der Kunst

## **FOROST**

Tschechische Euroskeptiker und  
Eurooptimisten

## **TUMORBIOLOGIE**

Neue Erkenntnisse aus der Analyse der  
frühen systemischen Krebserkrankung

## **TUMORDIAGNOSTIK**

Fluoreszenzdiagnostik in der  
Blasenkrebs-Behandlung

## **NEUROWISSENSCHAFT**

Die Vorhersage mentaler Zustände und  
Sinneseindrücke durch Hirnaktivität

## **NANOPHYSIK**

Spintronik: Die Zukunft der  
Informationstechnologie?

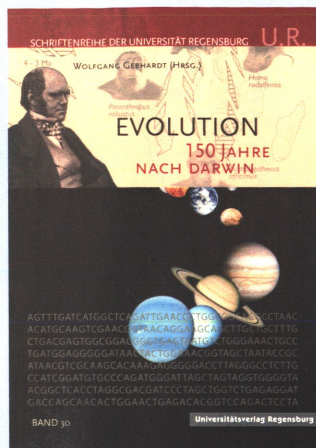
## **WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFT**

Zeitstruktur des Risikos und ein  
perfektes Gedächtnis





# Neuerscheinungen 2008

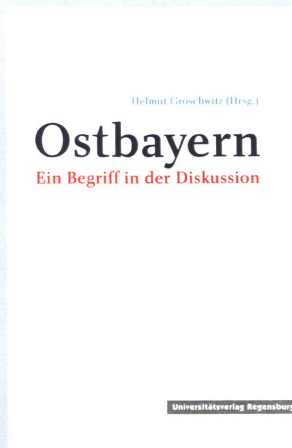


Wolfgang Gebhardt (Hrsg.)  
**Evolution**  
150 Jahre nach Darwin

Reihe: Schriftenreihe der Universität  
Regensburg, Band 30

1. Aufl. 2008, 156 S., 13 Farb-,  
25 s/w-Abb., 11 Graphiken, 17 x 24 cm,  
Softcover

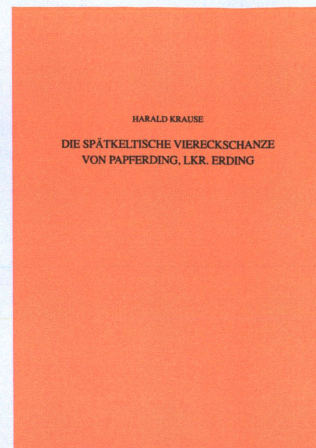
ISBN 978-3-86845-003-3  
€ 19,90 [D] / SFr 35,90



Helmut Groschwitz (Hrsg.)  
**Ostbayern**  
Ein Begriff in der Diskussion

1. Aufl. 2008, 102 S., 15,5 x 23,5 cm,  
Softcover

ISBN 978-3-86845-001-9  
€ 12,90 [D] / SFr 23,90



Harald Krause  
**Die späteltische Viereck-  
schanze von Papferding,  
Lkr. Erding**

Reihe: Regensburger Beiträge zur Prä-  
historischen Archäologie, Band 17

1. Aufl. 2008, 348 S., 60 s/w-Abb.,  
53 Tafeln, 21,5 x 30 cm, Hardcover,  
fadengeheftet

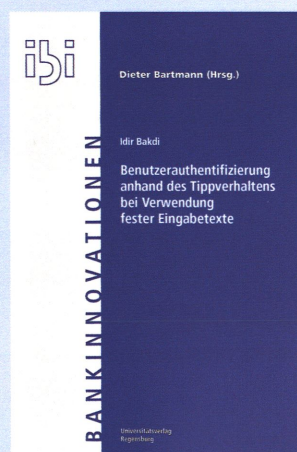
ISBN 978-3-86845-000-2  
€ 69,- [D] / SFr 115,-



Ernst Stahl / Georg Wittmann (Hrsg.)  
**E-Commerce-Leitfaden**  
Erfolgreich im elektronischen Handel

1. Aufl. 2008, 204 S., 28 Farbbabb.,  
48 Diagramme, 21 x 29,7 cm, Hardcover,  
fadengeheftet

ISBN 978-3-930480-18-0  
€ 49,90 [D] / SFr 83,90

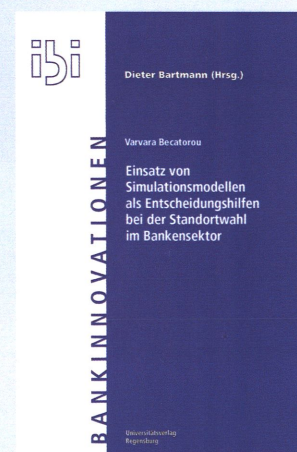


Idir Bakdi  
**Benutzerauthentifizierung  
anhand des Tippverhaltens bei  
Verwendung fester Eingabetexte**

Reihe: Bankinnovationen, Band 21

1. Aufl. 2008, 290 S., 1 Karte, 89 Dia-  
gramme, 121 Formeln, 15,5 x 23,5 cm,  
Softcover

ISBN 978-3-930480-73-9  
€ 24,90 [D] / SFr 44,90



Varvara Becatorou  
**Einsatz von Simulationsmodellen  
als Entscheidungshilfen zur  
Standortwahl im Bankensektor**  
Eine theoretische und empirische Analyse

Reihe: Bankinnovationen, Band 22

1. Aufl. 2008, 370 S., 75 s/w-Abb., 6 Tabellen,  
15,5 x 23,5 cm, Softcover

ISBN 978-3-930480-65-4  
€ 39,90 [D] / SFr 67,90



**Herausgeber**

Prof. Dr. phil. Alf C. Zimmer  
Rektor der Universität Regensburg

**Redaktionsbeirat**

Prof. Dr. med. Michael Landthaler  
Prof. Dr. rer. pol. Susanne Leist  
Prof. Dr. rer. nat. Christoph Meinel  
Prof. Dr. phil. Ursula Regener  
Prof. Dr. rer. nat. Klaus Richter  
Prof. Dr. phil. Hans Rott

Universität Regensburg

93040 Regensburg

Telefon (09 41) 943 – 23 00

Telefax (09 41) 943 – 33 10

E-Mail Pressestelle:

rudolf.dietze@

verwaltung.uni-regensburg.de

**Verlag**

Universitätsverlag Regensburg GmbH

Leibnizstraße 13, 93055 Regensburg

Telefon (09 41) 7 87 85-0

Telefax (09 41) 7 87 85-16

E-Mail: info@univerlag-regensburg.de

www.univerlag-regensburg.de

Geschäfts- und Verlagsleitung:

Dr. Albrecht Weiland

(verantwort. für Inhalt und Anzeigen)

**Abonnementservice**

Heidi Bernhardt

E-Mail:

h.bernhardt@univerlag-regensburg.de

**Anzeigenleitung**

Christian Pflug

E-Mail:

c.pflug@univerlag-regensburg.de

**Anzeigenverwaltung**

Nina Starost

E-Mail:

n.starost@univerlag-regensburg.de

**Herstellung**

Erhardi Druck GmbH, Regensburg

E-Mail: info@erhardi.de

Papier MD Bavaria matt

Auflage 5000

Erscheint jährlich Mitte November.

**Einzelpreis € 7,50**

**Jahresabonnement**

**€ 5,50 / ermäßigt € 4,00**

für Schüler, Studenten und

Akademiker im Vorbereitungsdienst

(inkl. 7% MwSt)

zzgl. Versandkostenpauschale € 1,64;

Bestellungen beim Verlag

Für Mitglieder des **Vereins der**

**Ehemaligen Studierenden der**

**Universität Regensburg e.V.**

und des **Vereins der Freunde der**

**Universität Regensburg e.V.** ist

der Bezug des Forschungsmagazins

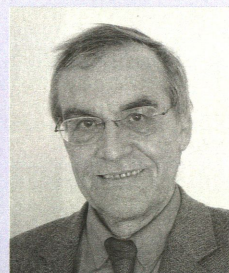
im Mitgliedsbeitrag enthalten.

**Titelbild:** Caspar David Friedrich,

Frau in der Morgensonne, um 1818,

Museum Folkwang, 2008

Die aktuelle Bildungsdiskussion hat Wissenschaft und Bildung als Wirtschaftsfaktoren „entdeckt“. Während noch vor wenigen Jahren die **Bildungskosten** im Vordergrund der Diskussion standen, wird jetzt von **Bildungsrendite** gesprochen und berechnet, welche Verluste entstehen werden, wenn wir nicht in Bildung investieren. McKinsey beziffert die ohne Umsteuerung bei der Bildungsfinanzierung entstehenden Kosten auf 1.5 Billionen.



Alf C. Zimmer

Mit dieser erfreulichen Einstellungsänderung geht aber die Erwartung der Öffentlichkeit einher, Wissenschaft müsse unmittelbar zu Innovationen führen und habe ihren Wert nur wegen dieses Potenzials. Damit entsteht an der Universität eine Zwei-Klassen-Gesellschaft: die Fächer **mit** Innovationspotenzial und die **ohne**. Um die Erstere zu fördern, werden Programme aufgelegt, die den Wettbewerb um die besten Antworten auf aktuelle Fragen zwischen einzelnen Wissenschaftlern, Teams und ganzen Universitäten anregen sollen. Aber: Welche Rolle bleibt da für den Bereich der Universitäten, in denen die Fragen nach Grundlagen, Möglichkeiten, Einschränkungen und Bedingungen im Vordergrund stehen, also das, was Immanuel Kant unter „kritisch“ verstand?

Zwei aktuelle Ereignisse zeigen, dass der besondere Wert der Wissenschaft darin besteht, ein Gleichgewicht zwischen Innovationsorientierung und Kritik im kantischen Sinne zu bewahren:

- Grundlagenorientierte Analysen zu rückgekoppelten Prozessen in der Wirtschaft und zu Risikobestimmungen mit und ohne vereinfachende Annahmen, wie sie auch in dieser Zeitschrift immer wieder geführt worden sind, haben längst die Fehlsteuerungen identifiziert, auf welche die aktuelle Krise des Finanzwesens zurückzuführen ist. Auch sind solche spekulativen Blasen („bubbles“) nicht neu: Die Tulpenmanie hätte beinahe die niederländische und die Caledonia-Spekulation die schottische Nationalwirtschaft zu Grunde gerichtet.
- Das zweite beispielhafte Ereignis ist die Verleihung des Nobelpreises in Medizin für die Identifikation der Papilloma-Viren als Auslöser für Gebärmutterkrebs. Die hinter der Arbeit von zur Hausen stehende Forschungsstrategie entspricht dem französischen Sprichwort: „reculer pour mieux sauter“ i. S. eines Zurückgehens zu dem Punkt in der Wissenschaftsgeschichte, wo voreilig die Verfolgung einer zielführenden Hypothese abgebrochen wurde, weil sie dem Geist der Zeit nicht mehr entsprach.

Bildung und Wissenschaft, wenn sie als nachhaltige Zukunftsinvestitionen verstanden sein wollen, brauchen die notwendige Spannung zwischen Grundlagen und Anwendung, zwischen Innovation und kritischer Reflexion, also das, was den Charakter der vielleicht doch nicht so überholten Volluniversität ausmacht.

Das Ihnen vorliegende Heft von „Blick in die Wissenschaft“ gibt Ihnen einen Eindruck, was an einer Universität an Potenzial vorhanden ist. Ich wünsche Ihnen die Faszination bei der Lektüre, wie ich sie erlebt habe.

Regensburg, den 20. Oktober 2008

Alf C. Zimmer



## INHALT

### BILDWISSENSCHAFTEN

- 3** Visuelle Grenzerfahrungen  
in der Malerei Caspar  
David Friedrichs

### KULTURTHEORIE

- 11** Exzentrik, Anglistik, Kultur

### MEDIENKUNST

- 19** Watchful Portrait und die  
Kybernetik der Kunst

### FOROST

- 24** Tschechische  
Euroskeptiker und  
Eurooptimisten

### TUMORBIOLOGIE

- 31** Neue Erkenntnisse aus der  
Analyse der frühen  
systemischen  
Krebserkrankung

### TUMORDIAGNOSTIK

- 36** Fluoreszenzdiagnostik in  
der Blasenkrebs-  
Behandlung

### NEUROWISSENSCHAFT

- 43** Die Vorhersage mentaler  
Zustände und  
Sinnesindrücke durch  
Hirnaktivität

### NANOPHYSIK

- 48** Spintronik: Die Zukunft  
der Informations-  
technologie?

### WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFT

- 57** Zeitstruktur des Risikos  
und ein perfektes  
Gedächtnis

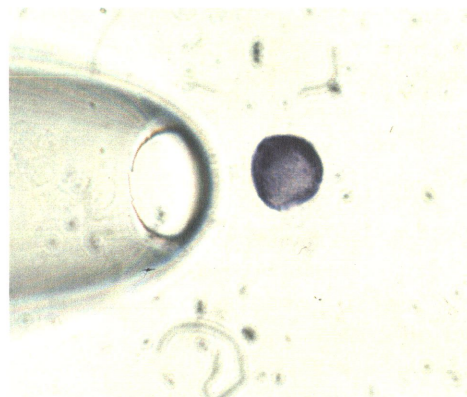
**Universität Regensburg**  
[www.uni-regensburg.de](http://www.uni-regensburg.de)

E-Mail:  
**Rektorat**  
der Universität Regensburg  
[rektor@uni-regensburg.de](mailto:rektor@uni-regensburg.de)  
**Pressereferent**  
Dr. Rudolf F. Dietze  
[rudolf.dietze@verwaltung.uni-regensburg.de](mailto:rudolf.dietze@verwaltung.uni-regensburg.de)

## THEMENAUSWAHL

### MEDIENKUNST

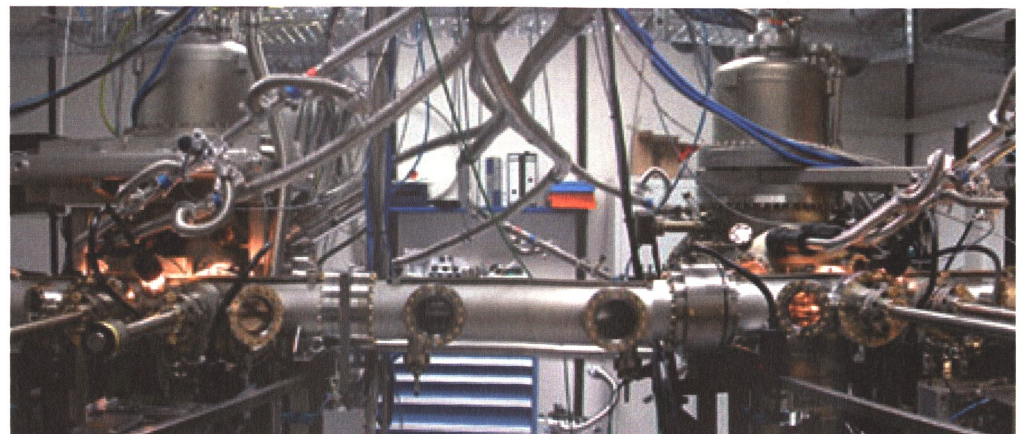
**Seite 19**  
Watchful Portrait  
mit Betrachter



### TUMORBIOLOGIE

**Seite 31**

Isolation einer einzelnen disseminierten Tumorzelle aus dem Knochenmark. Die blau-schwarz gefärbte Cytokeratin-positive Zelle hebt sich klar von den umliegenden nicht gefärbten Knochenmarkszellen ab. Mit einem Mikromanipulator wird die gefärbte Zelle isoliert und anschließend die genomische DNA global amplifiziert.



### NANOPHYSIK

**Seite 48**

Experimentelle Anlage (Molekularstrahlepitaxieanlage) am Lehrstuhl Prof. Werner Wegscheider an der Universität Regensburg zur Herstellung von hochwertigen Heterostrukturen mit extrem hoher Elektronenbeweglichkeit.



Christoph Wagner

# „... als ob Einem die Augenlider weggeschnitten wären“

## Visuelle Grenzerfahrungen in der Malerei Caspar David Friedrichs

„Herrlich ist es, in einer unendlichen Einsamkeit am Meeresufer, unter trübem Himmel, auf eine unbegrenzte Wasserwüste, hinauszuschauen. [...] das, was ich in dem Bild selbst finden sollte, fand ich erst zwischen mir und dem Bilde, nemlich einen Anspruch, den mein Herz an das Bilde machte, und einen Abbruch, den mir das Bilde that; [...] Das Bild liegt, mit seinen zwei oder drei geheimnißvollen Gegenständen, wie die Apokalypse da, als ob es Joungs Nachtgedanken hätte, und da es, in seiner Einförmigkeit und Uferlosigkeit, nichts, als den Rahm, zum Vordergrund hat, so ist es, wenn man es betrachtet, als ob Einem die Augenlider weggeschnitten wären. [...]“ – Diese Zeilen, die Heinrich von Kleist mit Blick auf das zwischen 1808 und 1810 entstandene Gemälde *Mönch am Meer* von Caspar David Friedrich [1] am 13. Oktober 1810 in den von ihm selbst herausgegebenen „Berliner Abendblättern“ unter dem Titel „Empfindungen vor Friedrichs Seelandschaft“ publizierte, gelten bis heute als prominentes Beispiel einer kühnen Metaphorik in der poetischen Umschreibung eines Kunstwerks. Der Dichter suchte auf dem Weg der vorwissenschaftlichen Einfühlung die Wucht einer existentiellen Empfindung zu beschreiben, der er auf andere Weise scheinbar nicht habhaft zu werden wusste. Die These, die es im Folgenden zu entwickeln gilt, nimmt ihren Ausgangspunkt darin, Kleists Zeilen nicht lediglich als poetische, sondern als epistemologische Metapher und als Hinweis auf einen wahrnehmungsgeschichtlichen Paradigmenwechsel ernst zu nehmen: In der Malerei Caspar David Friedrichs wird der Betrachter mit visuellen Grenzerfahrungen konfrontiert, in denen das Sehen in grundsätzlich neuer Form reflektiert und auf der Ebene der Malerei selbst thematisiert wird. Auf diese neuartige Seh- und Bilderfahrung hat Kleist mit seinen Zeilen litera-

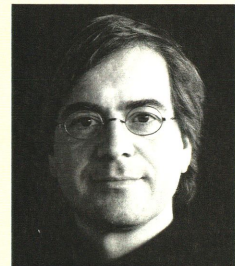
risch reagiert: „so ist es, wenn man es betrachtet, als ob Einem die Augenlider weggeschnitten wären“. Was dieser Satz Kleists physiologisch genau bedeutet, mag man sich als Betrachter kaum konkret vergegenwärtigen: Im Wegschneiden der Augenlider wird die dünne, aus Muskeln und Haut bestehende Falte, die die Augen bedecken, entfernt. Das Lid verteilt bei jedem Lidschlag Tränenflüssigkeit, erhält so den Tränenfilm über der vorderen Augapfelfläche. Es reinigt und benetzt die Hornhaut, schützt das Auge durch den Lidschlussreflex vor mechanischen Verletzungen. Das Lid rahmt vorbewusst jede Wahrnehmung des sehenden Menschen.

Es ist kaum anzunehmen, dass Kleist eine solch drastische Metapher leichtfertig in seine Beschreibung einführte: Dass im Unterschied zur langen Tradition einer bildimmanenten Rahmung und räumlichen Abstufung der Landschaft der Darstellung Friedrichs jede räumliche Schichtung fehlt, ist nur ein erster Punkt. Kleist scheint jedoch mit seiner Metapher über einen solch formalen Verweis hinaus auf eine Veränderung von größerer Grundsätzlichkeit in der visuellen Struktur der Bilder Friedrichs hinzuweisen.

Allzu leicht vergisst man angesichts der überwältigenden Popularisierung der romantischen Malerei im Allgemeinen und derjenigen von Caspar David Friedrich im Besonderen, dass sich in der Geschichte der Kunst gerade hier in wahrnehmungsgeschichtlichen Zusammenhängen eine der tiefen Zäsuren ausgebildet hat. Während die ältere Forschung zu Caspar David Friedrich – allen voran Helmut Börsch-Supan – seine Gemälde oftmals einer umfassenden, zugleich christlich-allegorischen wie symbolischen Auslegung unterzogen hat, ist im Folgenden der Blick dafür zu schärfen, dass die Konstruktion des Sichtbaren durch eine spezifische Gestaltung der

Farbe in seiner Malerei nicht übersehen werden darf. Es wird dabei selbstverständlich nicht geleugnet, dass christliche Gehalte in Friedrichs Malerei stark und vielfach ausdrücklich anklingen. Aber Caspar David Friedrichs Kunst operiert nicht mit traditionellen symbolischen Vereinbarungsbegriffen, sondern mit einer Ästhetik der anschaulichen Metaphorisierung, die sich vor allem in seinen Naturdarstellungen, oder besser Naturvisionen, studieren lässt.

Was „Natur ist, kann systematisch gar nicht begrifflich definiert werden“, resümiert Georg Picht in seiner begriffsgeschichtlichen Analyse. Wir müssen also historisch analysieren, als was Natur in



Prof. Dr. **Christoph Wagner**, geb. 1964. Studium der Kunstgeschichte, Musikwissenschaft und Vergleichenden Literaturwissenschaft an den Universitäten Saarbrücken, München und Wien.

Nach Promotion 1993 Assistent an der Universität des Saarlandes, seit der Habilitation 2004 Hochschuldozent, seit 2006 außerplanmäßiger Professor, Vertretung des Lehrstuhls für Kunstgeschichte an der Universität Bern. Seit 2007 Lehrstuhl für Kunstgeschichte an der Universität Regensburg. 1996 Preis der Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz. Rufe auf die Professuren für Kunstgeschichte an der Universität Leipzig (2006), an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (2007), auf den Lehrstuhl für Kunstgeschichte an der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald (2008). 2008 Gastprofessor an der Ecole pratique des Hautes Etudes (Sorbonne) in Paris. Aufnahme in das Elitenetzwerk Bayern.

**Forschungsschwerpunkte:** Europäische Kunstgeschichte der Renaissance, der Frühen Neuzeit und der Moderne, Bauhaus, Wahrnehmungsgeschichte; Raphael, Caspar David Friedrich, Johannes Itten, Paul Klee.





[1] Caspar David Friedrich, Der Mönch am Meer, 1808–1810, Berlin, Nationalgalerie

verschiedenen Epochen aufgefasst wurde, welche Konzepte, Deutungen, Symbolisierungen, Wahrnehmungsformen, Ästhetiken der Natur existierten. Das sind die Vorzeichen, unter denen auch die Wahrnehmung der Farbe geschieht.

Caspar David Friedrichs Naturdarstellungen machen klar, dass das Sehen der Natur ein Schlüsselphänomen der romantischen Malerei ist. Im naturalistischen Trugschluss geht der Dreischritt Natur – Sehen – Malen, woraus sich die Deutung des Sichtbaren durch das wahrnehmende Subjekt ergibt, verloren. Das Sehen ist bei Caspar David Friedrich stets mit visionärem Gehalt aufgeladen.

Das zeigt auch ein kurzer Blick zurück in die Begriffs- und Geistesgeschichte: In Naturvision steckt lateinisch „visio“ von „vedere“. Der Bedeutungsspielraum des spezifisch mittelalterlichen Begriffs der *visio* enthielt schon damals das Misstrauen gegen das rein sinnliche Sehen, dem das innere Sehen mit dem „Auge der Seele“ entgegengesetzt wurde. Bereits in Platons Höhlengleichnis wurde bildhaft zusammengefasst, dass alle Abbildungen nur als Gleichnis zu verstehen sind. Die Schau mit „geschlossenen Augen“, das inwendige Sehen also, führt zur wahren Erkenntnis und wurde im christlichen Mittelalter natürlich auf Gott bezogen: Die „visio dei“ von Augustinus unterscheidet

im „videns deum“ die „visio corporalis“ von der „visio spiritualis“ und der „visio intellectualis“, als Sehkraft des Geistes. Die erkenntnistheoretische Dialektik des Sehens im Nicht-Sehen wurde von Pseudo-Dionysios Areopagita und Nikolaus von Kues erweitert. Die *visio* wurde dabei als „göttlicher Augenblick“, der Akt des Sehens als lebendiger Spiegel des Göttlichen aufgefasst.

Diese mittelalterliche Vorstellung von der *visio* ist in der neuzeitlichen Kunst- und Literaturgeschichte nirgendwo emphatischer aufgegriffen worden als in den Naturvisionen der Romantik: Es handelte sich um eine neue Begründung der Kunst durch die Versenkung in die Naturschauung, eine naturmystische Versenkung, die auch zur Selbsterfahrung führt. Es fällt nicht schwer, für diese dialektische Verschränkung im Sehen und Nicht-Sehen literarische und philosophische Belege aus der Romantik beizubringen: Für Friedrich Hölderlin beispielsweise liegt hier der Grund jeglicher ästhetischen Erfahrung (Hyperion 1,2). Für Friedrich Wilhelm Schelling rückt die Schau der *visio* an die Stelle der intellektuellen Anschauung. Arthur Schopenhauer feiert in seinen Haager Vorlesungen von 1820 die „Ekstase“, den Augenblick der ästhetischen Erfahrung als *visio* des Subjekts.

Auch bei Caspar David Friedrich ist Malerei nicht als ‚Blick aus dem Fenster‘ zu verstehen, sondern als künstlerische Übersetzung und Verarbeitung einer inneren „visio“ des Subjekts. So scheint es kein Zufall zu sein, dass Georg Friedrich Kersting im Jahre 1811 Friedrich im Atelier bei der Arbeit darstellt und dabei die unteren Fensterläden geschlossen bleiben [3]. Diese Regulierung des Atelierlichts ist durchaus auch auf übertragener Ebene zu verstehen: Nicht der unmittelbare Blick auf die Natur und seine malerische Darstellung, sondern die malerische Übersetzung innerer Vorstellungen in das Medium der Farbe ist der künstlerische Ausgangspunkt, an dem Friedrichs malerische Arbeit beginnt. Und nicht zufällig sind die beiden – in Goethes 1810 publizierter Farbenlehre als konstitutiv für den gesamten Farbkosmos herausgestellten – Farben Gelb und Blau in Gläsern als Pigmente auf den Arbeitstisch gestellt.

Mit dieser Konstellation des partiell verdeckten Fensters hat Caspar David Friedrich auch in seinen eigenen Bildern experimentiert: In der Darstellung der *Frau am Fenster* von 1822 [2] sieht der Betrachter einen Fensterausblick, in dem das Sichtbare weitgehend unsichtbar bleibt: Er sieht durch die Rückenfigur einer Frau, wie sie aus dem Fenster schaut, ohne dass



er deren Blickfeld angemessen erkennt. Für den Betrachter rückt Friedrich gerade in der Erfahrung des Unsichtbaren das Sehen selbst, mit seinen Bedingtheiten, Begrenzungen und Ausrichtungen in den Blick. Die Darstellung ist in hohem Maße selbstreferentiell. Sie thematisiert das Darstellungsproblem in der Kunst, nicht nur in dialektischer Umwertung des metaphorischen Topos der Malerei als ‚Blick aus dem Fenster‘, sondern auch dadurch, dass der Innenraum selbst konkret Friedrichs Atelier darstellt. Wir sehen durch die Rückengestalt auf die Natur, ohne die Natur selbst angemessen sehen zu können. Sichtbarkeit und Unsichtbarkeit sind komplex miteinander verschränkt. Gleichzeitig werden in den im Licht aufglänzenden Farbbahnen die Strukturen der Malerei selbst, das farbige Medium für den Betrachter transparent.

Diese künstlerische Reflexion Friedrichs über das Sehen als Konstruktion des wahrnehmenden Subjekts und die male- rische Übersetzung dieser Reflexion in seiner Malerei sind noch etwas eingehender zu betrachten und geistesgeschichtlich einzuordnen.

### Die kopernikanische Wendung Kants

Es war Immanuel Kant, der in seiner *Kritik der Urteilskraft* 1790 die wichtigste geistesgeschichtliche Wendung zu dieser neuen Auffassung der Natur vollzogen hatte. Die Philosophiegeschichte spricht ohne Übertreibung von einer kopernikanischen Wende, indem nun alle Natur als Konstruktion des Subjekts aufzufassen ist. Es gibt keine vom Subjekt gelöste Naturwahrnehmung. Und es scheint, als ob Caspar David Friedrichs Naturdarstellung – so meine These – ganz unter den Vorzeichen dieser kopernikanischen Wendung zu verstehen ist.

Sucht man in der Geschichte der Kunst nach einem Bild, das diese Vorstellung vor Friedrich klar zum Ausdruck bringt, so trifft man in eigentümlicher historischer Koinzidenz auf die 1804 als Stich reproduzierte Darstellung des Theaters von Besançon von Claude-Nicolas Ledoux [4]: Ledoux hat dieses von ihm selbst zwischen 1775 und 1784 erbaute streng kubische Theater im letzten Jahrzehnt des 18. Jahrhunderts so dargestellt, dass er die Raumwirkung des halbrunden Zuschauerraums mit seinen Kolonnaden als Spiegelung auf der Iris des Betrachters projiziert. Besser hätte man Kants Vorstellung nicht illustrieren können, dass



[2] Caspar David Friedrich, Frau am Fenster, 1822, Berlin, Nationalgalerie

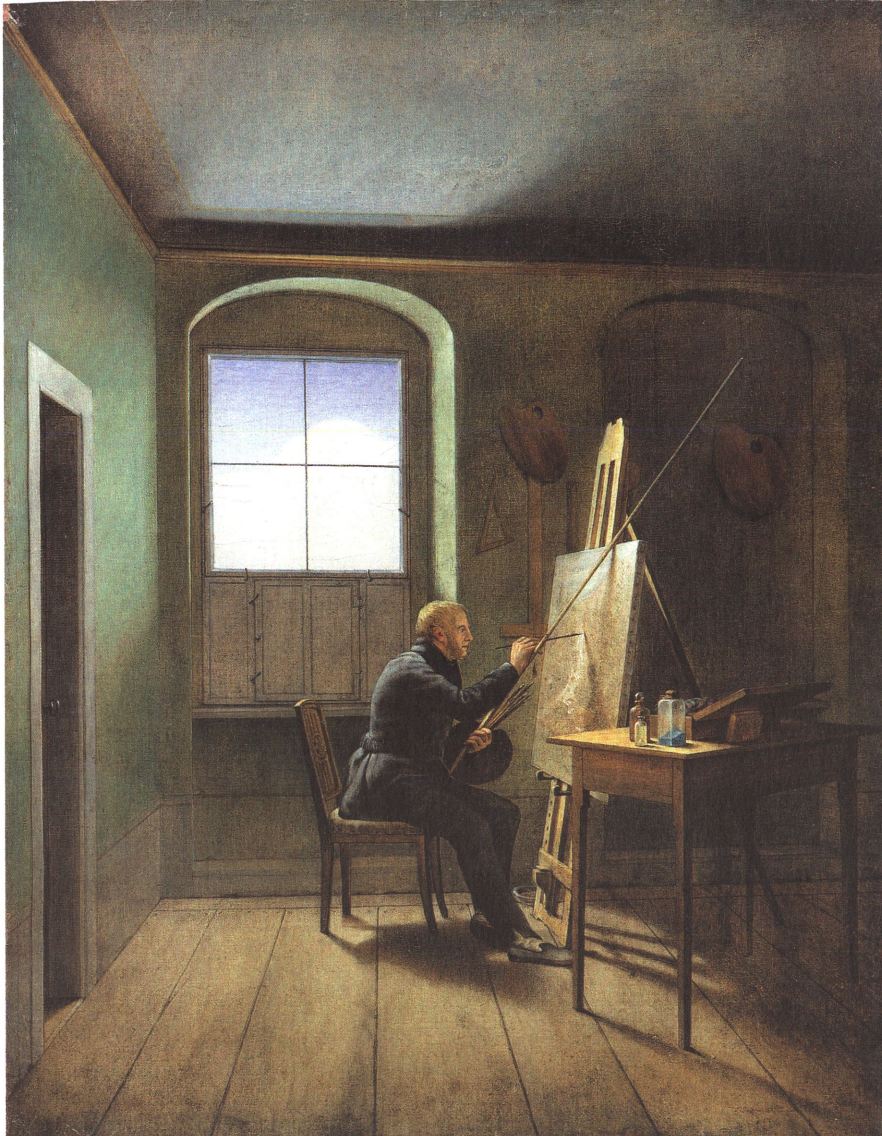
jede Wahrnehmung erst durch das Auge und Bewusstsein des wahrnehmenden Subjekts hindurchgeht und nicht unabhängig von dieser Bindung verstanden werden kann.

Halten wir fest: Es gibt keine Naturerfahrung, die nicht durch das wahrnehmende Subjekt hindurch gegangen ist. Jede Naturwahrnehmung unterliegt der apriorischen Welterfassung des Menschen. Darin ist – in einer emphatischen Lesart – eine neue Einheit von Natur- und Selbsterfahrung formuliert, eine Einheitserfahrung von Mikro- und Makrokosmos, in der die neue Grundlage der romantischen Wahrnehmung der Natur im frühen 19. Jahrhundert gelegt wurde. Mit diesem neuen Subjektbezug rückt die menschliche Empfindung unmittelbar in die Naturwahrnehmung ein. Das ist er-

staunlicherweise genau das, was Kleist in seinen Zeilen zum *Mönch am Meer* andeutet: „das, was ich in dem Bilde selbst finden sollte, fand ich *erst zwischen mir und dem Bilde*, nemlich einen Anspruch, den mein Herz an das Bild machte, und einen Abbruch, den mir das Bild that“ (Herv. vom Verf.).

Kant hat zentrale Konsequenzen, die für die Naturästhetik aus der neuartigen Verbindung von Subjekt und Naturerfahrung erwachsen, im Begriff des *Erhabenen* beschrieben, wobei oft übersehen wird, dass diese Ausführungen zur Natur nicht ohne weiteres auf die Kunst zu übertragen sind. Bezogen auf die Kunst wurde Caspar David Friedrichs *Mönch am Meer* zum bildlichen Inbegriff dieser Erfahrung des Erhabenen. Der einzelne, heroisch aus allen Bindungen heraus ge-





[3] Georg Friedrich Kersting, Atelier Caspar David Friedrichs, 1811, Hamburg, Kunsthalle

löste Mensch scheint hier einer ungebändigten, uferlosen, übermächtigen Natur gegenüber zu treten, die sich ihm jenseits aller Verfügbarkeit als existentieller Grund darbietet. In dieser Gegenüberstellung stellt sich im Moment der Naturwahrnehmung die Selbsterfahrung über das Gefühl von alleine ein. Vor diesem ideen-, kultur- und wahrnehmungshistorischen Hintergrund ist ein neues Verhältnis von Bild und Betrachter einerseits und von Natur und Figur andererseits zu beobachten. Und zwar nicht nur hinsichtlich der grundsätzlichen Bestimmungen der Naturwahrnehmung im Bildganzen, sondern auch in der neuen Möglichkeit, unterschiedliche ästhetische Einstellungen gegenüber der Natur in einzelnen Figuren zu differenzieren. Romantische Naturvisionen gelten gemeinhin in ihrer Wirkung als besonders *unvermittelt*. Darin liegt ein Missverständnis. Denn gerade romantische Naturvisionen sind in besonderer Weise *ver-*

*mittelt*. Künstler wie Friedrich haben diesen Sachverhalt künstlerisch reflektiert, etwa, wenn er das Sehen selbst und unterschiedliche Formen der Naturwahrnehmung durch seine spezifische farbgestalterische Übersetzung in seinen Bildern thematisiert.

Als Beispiel hierfür können wir etwa Caspar David Friedrichs *Kreidefelsen auf Rügen* von 1818 betrachten [5]. In den drei Gestalten hat der Maler schon bald nach seiner Hochzeitsreise nach Rügen seine Frau Caroline, sich selbst in der Mitte und rechts seinen Bruder Christian dargestellt, als sich das junge Paar auf Hochzeitsreise befand. Alle drei Figuren setzt Friedrich hart an die Grenze eines Felsabbruchs. Während Caroline sich an einem verdorrten Astwerk festhaltend in die Tiefe zeigt, scheint Friedrich sich gewissermaßen auf allen Vieren kriechend, angstvoll zur gefährlichen Kante hin vorzutasten, Hut und Stock sind neben ihm abgelegt. Bruder Christian schaut derweil

an einem Baumstumpf lehnd mit verschränkten Armen ruhig auf die Ferne des Meeres hinaus. Abseits symbolisch-christlicher Deutungsvorschläge sind hier auf sehr eindrückliche Art und Weise grundsätzlich verschiedene ästhetische Einstellungen in der Naturwahrnehmung dargestellt. Der vergleichende Blick auf eine vorbereitende Aquarellstudie zu dieser Naturszenarie, in der die Figuren noch nicht vorhanden sind, macht deutlich, wie wichtig diese Deutung der Bildfiguren für das Bildkonzept Friedrichs ist: Über die emotionale Anteilnahme des Betrachters an den ästhetischen Grundhaltungen seiner Figuren setzt Friedrich wichtige wirkungsästhetische Vorzeichen für die Betrachtung seiner Naturvisionen.

Hier liegt ein Schlüssel zum Verständnis der Malerei Caspar David Friedrichs: Im Gemälde *Frau in der Morgensonne* von 1818 [6] bildet die Rückenfigur eine anschauliche Instanz für die Identifikation des Betrachters mit der im Bild selbst dargestellten Naturvision. Die Figur ist – jenseits der Frage ihrer biografischen Identifikation – in diesem Bild als visuelle und inhaltlich-emotionale Projektionsfläche unersetzlich. Unaufhebbar verdeckt sie den Fluchtpunkt der Landschaft, rückt das Zentrum der Sonne in die Unsichtbarkeit. Aus dieser kompositorischen Verschränkung zwischen Figur und Landschaft erzeugt Friedrich ein korrespondierendes Verhältnis zur Natur, aus dem letztlich alle bildimmanenten und rezeptionsästhetischen Beziehungen im Verhältnis zum Betrachter aufgebaut werden. Der Betrachter schaut durch die abstrakt-überindividuelle Rückenfigur, die als Repoussoirfigur den Betrachterblick fokussiert, als menschlicher Stellvertreter seines eigenen Sehens hindurch auf die Natur: Die romantische Landschaft wirkt nicht unmittelbar, sondern als gesehenes Bild vermittelt, indem der Betrachter bei Friedrich auf das von einem anderen Menschen Gesehene blickt. Das Sehen selbst rückt dabei zugleich mit in den Blick. Das Sehen des Sehens wird auf diesem Wege in der Anschauung des Betrachters jeweils neu aktiviert.

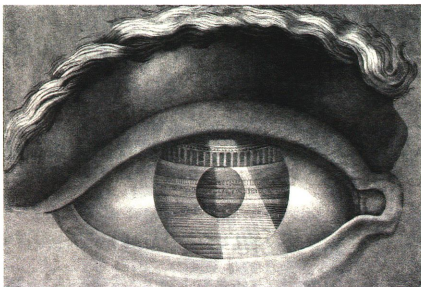
### Visuelle Grenzerfahrungen

Was sind nun die spezifisch künstlerischen und anschaulichen Mittel, mit denen Friedrich diese metaphorischen Verstehensprozesse in Gang setzt? Oftmals hat Friedrich in seiner Malerei visuelle



Grenzerfahrungen für den Betrachter anschaulich inszeniert: So die Übergänge von den Bunt- zu den Neutralfarben, das Verlöschen des Sichtbaren in der Dunkelheit, die Abstraktion des Gegenständlichen in verhüllenden Nebelbahnen, in denen sich das Sichtbare ins Weiß eines abstrakten Grundes öffnet. Dabei hat Friedrich diese visuellen Phänomene zu meist subkutan in die Erscheinung des Sichtbaren in seiner Malerei eingearbeitet. Als Betrachter übersieht man deshalb leicht, dass man in seinen Darstellungen nicht nur auf die Darstellung des Sichtbaren, sondern auf die malerische Übersetzung des Sehens selbst trifft.

Kaum sichtbar gibt Friedrich beispielsweise in der *Frau in der Morgensonne* im Grenzbereich zwischen der flächigen Dunkelheit und dem orange leuchtenden Sonnenlicht ein leuchtendes Blau als komplementärfarbiges Saum in der Schattenfarbe. Diese Farbe existiert in Wirklichkeit nicht auf der Ebene des Dargestellten, sondern sie ist so gemalt, wie sie ‚im Auge‘, d.h. in der Wahrnehmung des Betrachters bei einem realen Seherlebnis hervorgebracht würde. Diese komplementärfarbiges Spannungen erscheinen dabei in Friedrichs Gemälden der folgenden Jahre zunehmend gesteigert. In Gemälden wie der *Riesengebirgslandschaft* von 1823, dem *Hügel und Bruchacker bei Dresden* von 1824 mit ihren farbigen Kontraststellungen aus Gelb, Blau und Grün, oder in *Das große Gehege* bei Dresden von 1832 [8] ist dies zu sehen. In der panoramatischen Weitung des Blickwinkels gibt Friedrich die Landschaft als virtuellen Spiegel. In der Koloristik dieser Gemälde ist auch zu studieren, wie sehr Friedrich im Rahmen seiner Naturvisionen zunehmend auch auf die gesetzmäßige Ordnung der Farben achtet. Die Ordnung der Natur wird durch eine Ordnung der Farben flankiert. Die Vorstellungen einer Kosmologie einer in sich geschlossenen Farbordnung, wie sie historisch nahezu gleichzeitig in den



[4] Claude-Nicolas Ledoux, *L'architecture considérée sous le rapport de l'art, des mœurs et de la législation*, Paris 1804: Théâtre de Besançon, vue de l'intérieur



[5] Caspar David Friedrich, *Kreidefelsen auf Rügen*, um 1818, Winterthur, Museum Oskar Reinhart

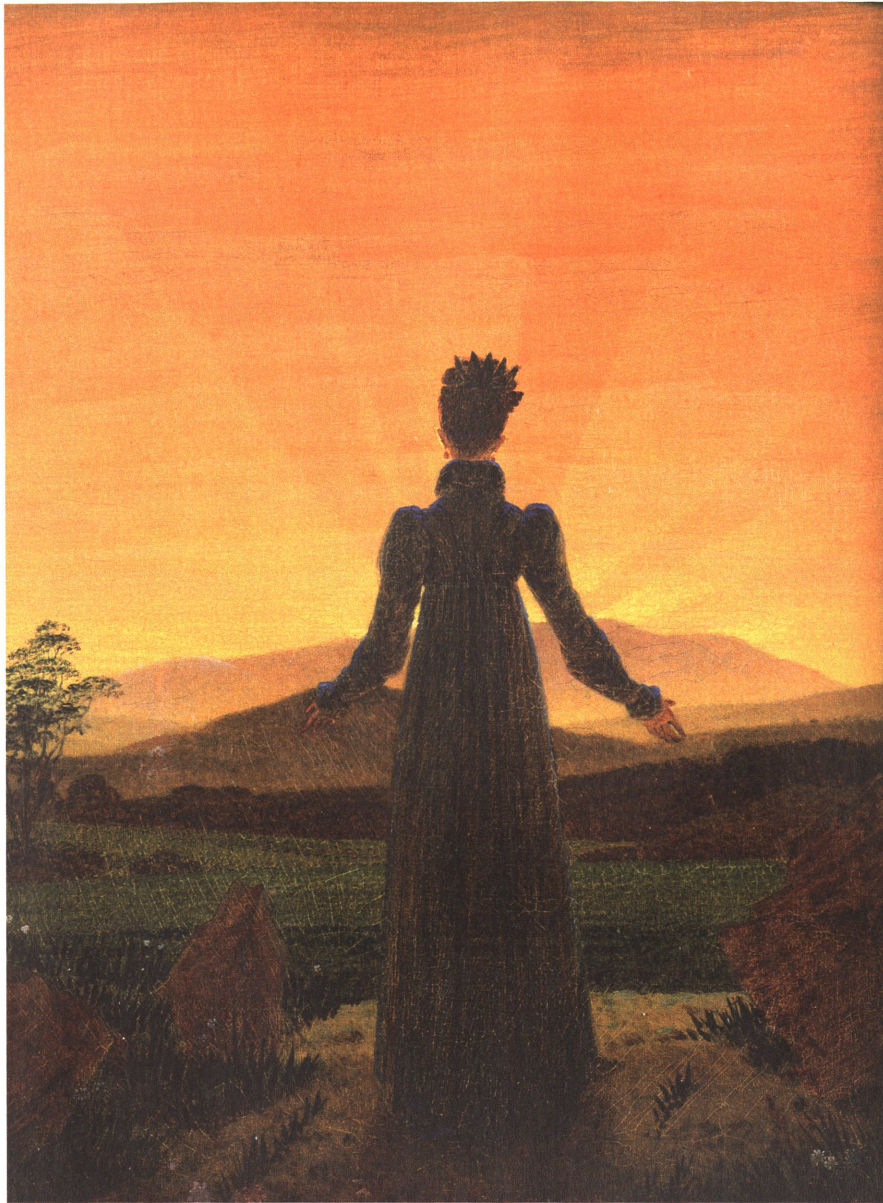
Farbtheorien von Goethe oder in der *Farbenkugel* Philipp Otto Runge von 1810 zu beobachten sind, sind in die visuelle Struktur der malerischen Übersetzung von Friedrichs Naturvisionen ebenfalls eingegangen. Entscheidend ist aber, dass Friedrich diese Reflexion des Sehens und der visuellen Ordnung in der Malerei stets rückbindet im Phänomen des subjektiv gefärbten anschaulichen Erlebens, das er vielfach in seinen Bildern selbst thematisiert.

Ist man einmal darauf aufmerksam geworden, wie zentral das Sehen als Thema in Caspar David Friedrichs Malerei ist, wie unaufhebbar die betrachtende Figur im Bild selbst die Betrachtungsperspektive für den Betrachter bestimmt, erkennt man, wie leitmotivisch und vielfältig dieses Thema in nahezu allen Gattungen und Themen seiner Kunst wiederkehrt. Hierin und in der spezifischen Ausrichtung, die Friedrich diesem Grundphänomen seiner Kunst gab, liegt eine epochal

neue Leistung seiner Kunst, zugleich eine hermeneutische Herausforderung für seine Interpreten.

Eine andere Form einer visuellen Grenzerfahrung erzeugt Friedrich im speziellen Sichtbarkeitsmodus der Nacht mit seiner reduzierten Farbigkeit und dem potentiellen Verlöschen des Sichtbaren in der Dunkelheit: In dem Gemälde *Zwei Männer bei Mondaufgang* von 1817 gestaltet Friedrich das Aufdämmern der Farbe im Grenzbereich des Sichtbaren, das Ineinandergreifen von Licht und Schatten als visuelles Ereignis, dem sich der Betrachter im gemeinsamen Schauen mit den zwei Rückenfiguren hingibt. Auch hier bilden die Identifikation der Sehperspektive des Betrachters und das Sehen der Figuren im Bild den Schlüssel für Caspar David Friedrichs wirkungsästhetisches Kalkül. Auf doppelter Ebene inszeniert Friedrich hier das Thema des gemeinsamen Sehens: Einmal als gemeinsames Sehen der beiden Figuren im Bild –





[6] Caspar David Friedrich, Frau in der Morgensonne, um 1818, Essen, Museum Folkwang, 2008

das etwa auch bei Achim von Arnim in der gemeinsamen Schau der Freunde als poetische Metapher der Verbundenheit figuriert –, einmal in der Gemeinsamkeit von Bildfiguren und Betrachter. Das Gemälde *Flachlandschaft am Greifswalder Bodden* befand sich schon 1847 in der Sammlung des Landschaftsmalers Christian Clausen Dahl. Das Motiv des Schiffes ist hier zwar – wie so oft bei Friedrich – nach einer Naturstudie, die schon am 3. August 1815 entstand, ins Bild gesetzt. Und doch ist die Darstellung selbst eine großartige Manifestation des Sehens. Das silbrige Licht, das sich durch die nahezu geschlossene Wolkendecke bricht und schimmernd auf dem Wasser spiegelt, bestimmt eine silbergraue Neutralfarbigkeit, in der die Buntfarben nur am Rande aus der Anschauungstätigkeit anklingen. Die Verhüllung des Sichtbaren in Dunst und Nebel bilden in Friedrichs Naturvi-

sionen eine weitere Möglichkeit, den Betrachter über die Anschauung in eine visuelle Grenzerfahrung zu führen, in der er an der Grenze des Sichtbaren das eigene Sehen zu reflektieren beginnt: In Gemälden wie *Nebel* von 1807 oder *Morgennebel im Gebirge* von 1808 [7] beginnt sich die motivisch gegenständliche Struktur des Sichtbaren überraschend weitgehend aufzulösen. Hinter dieser Grenze des Sichtbaren tritt für den Betrachter anschaulich erfahrbar das Sehen selbst hervor.

### Die Physiologie des Auges

Vollziehen wir an diesem Punkt einen weiteren Perspektivenwechsel und blicken auf einen anderen Entwicklungsgang der wahrnehmungsgeschichtlichen Veränderungen in dieser Zeit: Gerade im

ritten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts gewinnt die Frage nach der Erkundung der Physiologie des Auges eine neue Aktualität. War das medizinische Studium der Physiologie des Auges um 1800 lediglich eine hilfswissenschaftliche Disziplin der Medizin, so zeichnet sich ab 1820 bis zur Jahrhundertmitte ein wissenschaftsgeschichtlich höchst bedeutsamer Wandel in der Physiologie ab, und zwar sowohl methodologisch wie institutionell. Zunehmend begann man, sich von Schellings idealistischen naturphilosophischen Ausgangspunkten zu entfernen und sich zu einer experimentellen Ausrichtung der physiologischen Forschungen umzuorientieren. Das Sehen wird in diesen Jahren auch in physiologischer Hinsicht neu reflektiert.

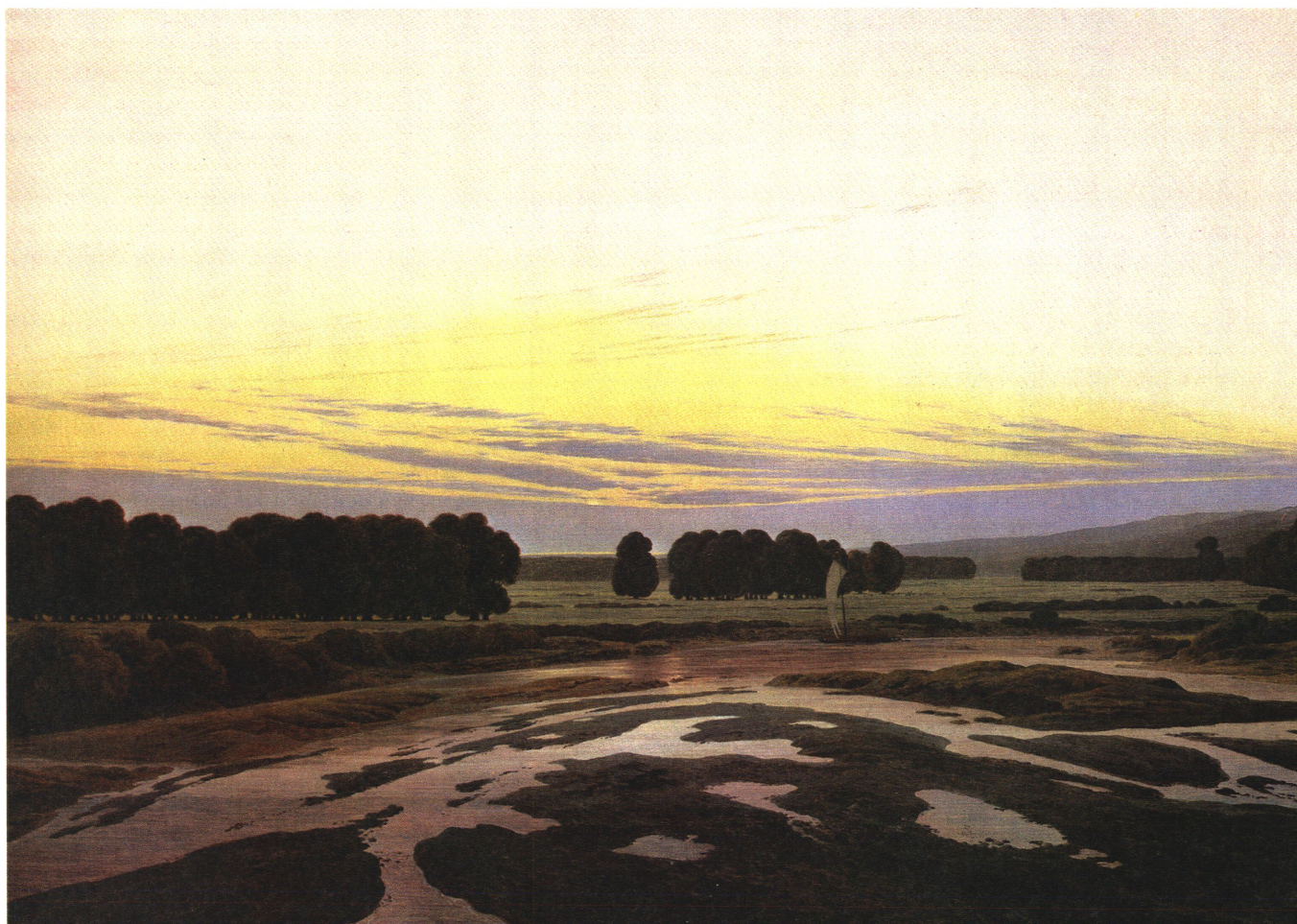
Als wissenschaftsgeschichtliche Belege hierfür sind etwa die Sehexperimente Jan Evangelista Purkinjes (*Beiträge zur Kenntniß des Sehens in subjectiver Hinsicht*, 1818/19 entstanden, 1825 publiziert) zu nennen, der erstmals die Aderfigur im Auge studierte. Purkinje versuchte zudem auch Wahrnehmungstäuschungen, Nachbilder und farbige Wirkungen im Auge, also subjektive Farbwahrnehmungen, nachzuzeichnen.

Neben Purkinje beginnen auch Forscher wie der Göttinger Arzt Christian Ruete 1845 Anomalien und Veränderungen des Augapfels durch Benetzung zu untersuchen. Was auf den ersten Blick für den modernen Betrachter wie surrealistische Bildkonstellationen Max Ernsts wirken könnte, sind in Wahrheit die ersten Ophthalmotropen, mit denen Ruete 1845 und 1857 die Augenmuskeln zu untersuchen begann [9]. 1851 legte Helmholtz zu diesem Thema seine umfassenden Untersuchungen mit dem Titel „Das Auge als Objekt“ vor. Phänomenologische Randbeobachtungen traten hinzu: Zum ersten Mal beachtete man in diesen Jahren beispielsweise die Spiegelung der Augenwimpern im Auge. In wissenschaftlicher Hinsicht werden das Auge und das Sehen im frühen 19. Jahrhundert neu entdeckt. Vor diesem wissenschafts- und medizinhistorischen Hintergrund sind nochmals die Zeilen Heinrich von Kleists zu Friedrichs Gemälde *Der Mönch am Meer* zu lesen, dass das Bild wirke, als ob einem die Augenlieder weggeschnitten worden wären: Denn sie beschreiben in unüberbietbarer Verknappung die neuartige Verschränkung und Parallelität der Reflexion des Sehens im Auge und den neuen visuellen Wahrnehmungsmodus, mit dem Friedrich in seiner Malerei experimentiert.



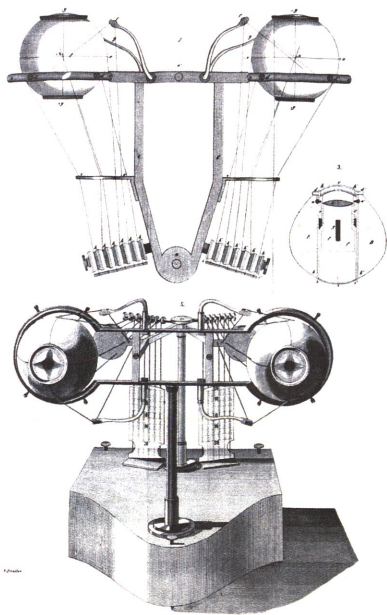


[7] Caspar David Friedrich, Morgennebel im Gebirge, um 1808, Rudolstadt, Staatliche Museen, Schloss Heidecksburg



[8] Caspar David Friedrich, Das große Gehege, 1832, Dresden, Gemäldegalerie Neue Meister





[9] Optalmotrop von Ruete zur Untersuchung der Augenmuskeln (zwischen 1845 und 1857)

### Wolkenstudien und Himmelsbilder

Diese künstlerische Reflexion des Sehens und ihre historisch neuartigen Beziehungen zur wissenschaftlichen Naturbeobachtung sind im frühen 19. Jahrhundert etwa auch im Bereich der Wolken- und Himmelsdarstellung zu studieren. Dass das eigentümliche Ineinandergreifen von künstlerischer und naturwissenschaftlicher Erkundung des Sichtbaren dabei durchaus nicht konfliktfrei verlaufen musste, erhellt exemplarisch eine historische Begegnung zwischen Goethe und Friedrich an diesem Punkt.

Ab 1815 begann sich Goethe für die neue, bahnbrechende Klassifikation der Wolken des englischen Meteorologen Luke Howard zu interessieren. Es war Herzog Carl August, der Goethe auf diese Schrift aufmerksam gemacht hatte. Im Verlauf seiner Studien kopierte Goethe Howards Wolkenformen. Ab 1818 schließlich richtete er eine meteorologische Station zur Himmelsbeobachtung auf dem Ettersberg ein. Gewissermaßen als seinen ‚Wolkenschüler‘ nahm Goethe ab 1820 den Maler Friedrich Preller d. Ä. (1804–1878) in Diensten, damit dieser für ihn den Himmel beobachten und malen sollte, um einen Wolkenatlas zusammenzustellen. Zuvor aber hatte Goethe versucht, Caspar David Friedrich für diese Aufgabe zu werben.

Denn auch Caspar David Friedrich hatte früh begonnen, sich für die Wolken zu interessieren. Ab 1806–1808 hatte er regelmäßig Wolkenstudien gemalt. Fried-

richs Osloer Skizzenbuch beispielsweise ist vollständig Wolkenstudien gewidmet. Auf einer Studie hat Friedrich das genaue Datum „September 1824“ verzeichnet und zudem innerhalb der Wolkenformation notiert: „am Horizont rötlich, rötlich grau, blaulicht grau – des Abends gezeichnet – gegen Morgen gewendet – alles grau“.

Goethe hatte sich schon im Herbst des Jahres 1816 an Caspar David Friedrich gewandt, um sich von diesem eine an Howard anschließende Systematik der Wolken malen zu lassen. Das ist insofern einigermaßen erstaunlich, als Goethe sich nahezu gleichzeitig im Januar/Februar 1816 recht abfällig über Friedrichs Gemälde *Abtei im Eichwald* geäußert hatte: Wie Johann Gottfried Schadow überliefert (Briefwechsel von Sulpitz Boisserée, 1862) habe Goethe kritisiert: „die Bilder vom Maler Friedrich können ebenso gut auf dem Kopf gesehen werden“, und Schadow weiter: „Goethes Wut gegen dergleichen“ sei so groß, dass er von einem „Zerschlagen der Bilder an einer Tischecke“ gesprochen habe. Immerhin scheint es dann aber die auf den ersten Blick wahrnehmbare malerische Naturtreue in Friedrichs Darstellungen gewesen zu sein, die Goethe zu seinem Antrag an den Maler führte. Vor dem Hintergrund einer in Einzelwissenschaften zerfallenden Wissenschaft wollte Goethe eine „ganzheitliche Natursicht“ aus der Verbindung von Kunst und Wissenschaft erhalten. Kunst und Wissenschaft sollten unter den Vorzeichen eines „wissenschaftlich erstandenen Malens“ vereint bleiben.

Am 8. Oktober 1816 lehnte Caspar David Friedrich Goethes Anliegen ab: Gegen Goethes Ziel einer objektiven Phänomenologie setzt er die aufs Bildganze hin entfaltete Deutung der Wolken als Spiegel von Subjektivität und Seelenstimmung. Auch Howards Systematik und der mit dieser verbundenen Absicht, „die leichten freien Wolken sklavisch in eine Ordnung einzuzwängen“, vermochte er keinen künstlerischen Sinn abzugewinnen.

Diese Auseinandersetzung zwischen Goethe und Caspar David Friedrich um die Frage der Wolkendarstellungen ist höchst aufschlussreich, um die Position Friedrichs noch besser verstehen zu können: Genauso wenig, wie das Sehen und das Sichtbare bei Caspar David Friedrich im Übergang zur allegorisch-symbolischen Deutung seiner Bilder einfach übersprungen oder gestrichen werden kann, genauso wenig ist seine Darstel-

lung auf ein realistisches Naturabbild zu reduzieren.

Aus diesem Konflikt ergibt sich aber noch eine abschließende Pointe: Während Kants Philosophie und Goethes Farbenlehre Caspar David Friedrich anregten, zu einer Neubestimmung seiner Kunst in der Reflexion des Sehens zu finden, haben Kant und auch Goethe in ihren Anschauungen zur Kunst niemals diese radikale Wendung vollzogen: Blieb die Farbe bei Kant akzidentiell, so forderte Goethe traditionellerweise vom Maler die Darstellung des Stofflichen. Goethes Kritik an Friedrichs Malerei zeigt im Übrigen, dass sich diese keineswegs bruchlos in den Erwartungshorizont seiner Zeitgenossen einfügte, sondern offenbar selbst von kundigen Betrachtern als höchst irritierende neuartige Darstellungsweise aufgefasst wurde – *als ob ihnen die Augenlieder weggeschnitten worden seien*.

### Literatur

- Ausst.-Kat.: Caspar David Friedrich. Die Erfindung der Romantik, Museum Folkwang Essen, Hamburger Kunsthalle, München: Hirmer Verlag, 2006
- Christian Begemann, Brentano und Kleist vor Friedrichs Mönch am Meer. Aspekte eines Umbruchs in der Geschichte der Wahrnehmung (17.02.2006), in: Goethezeitportal, URL: [http://www.goethezeitportal.de/db/wiss/epoche/begemann\\_wahrnehmung.pdf](http://www.goethezeitportal.de/db/wiss/epoche/begemann_wahrnehmung.pdf)
- Helmut Börsch-Supan, Caspar David Friedrich, München: Prestel Verlag, 2005
- Werner Busch, Caspar David Friedrich. Ästhetik und Religion, München: Beck Verlag, 2003
- Werner Hofmann, Caspar David Friedrich. Naturwirklichkeit und Kunstwahrheit, München: C.H.Beck, 2000

### Bildnachweise

- [1], [3], [5] Werner Hofmann, Caspar David Friedrich. Naturwirklichkeit und Kunstwahrheit, München: C.H.Beck, 2000, S. 54, Abb. 22; S. 115, Abb. 66; S. 103, Abb. 57; S. 130, Abb. 80; S. 111, Abb. 63
- [6] Museum Folkwang, Essen
- [7], [8] Helmut Börsch-Supan, Caspar David Friedrich, München: Prestel Verlag, 2005, S. 78, Abb. 4; S. 171, Abb. 51
- [4], [9] Verfasser



Rainer Emig

# Mitten am Rand

## Exzentrik, Anglistik, Kultur

*Exzentrik besitzt keinen theoretischen Status in der Kulturtheorie, weder in Deutschland noch in Großbritannien. Dies ist erstaunlich, gilt Exzentrik doch als „typisch englisch“ und erfreut sich Englishness als geschichtliches und ideologisches Konstrukt doch in letzter Zeit eines enormen kritischen Interesses in Großbritannien, aber auch in der deutschen Anglistik. Trotzdem taucht Exzentrik meist nicht einmal im Index gängiger Standardwerke der Cultural Studies auf. Was könnten die Gründe dafür sein? Ist Exzentrik einfach nur anachronistisch und das, was früher einige privilegierte Individuen taten, deren Kapriolen die Gesellschaft als amüsant und vielleicht bereichernd empfand, ohne sie jedoch einer wirklichen Betrachtung oder gar der Nachahmung würdig zu erachten? Wenn dem so ist, warum dann die Exzentrik wieder ausgraben? Der folgende Aufsatz versucht nachzuweisen, dass im Verhältnis von Normalität und Überschreitung Exzentrik eine wichtige Ergänzung unserer Konzepte von Kultur bereitstellt – auch und gerade in einem postmodernen Umfeld, das die Vorstellung von Normen und Zentren scheinbar aufgegeben hat.*

### Gründe, nicht über Exzentrik zu sprechen

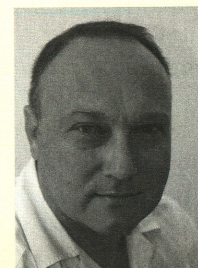
Exzentrik scheint ein kritischer Ausgangspunkt zu fehlen. Bereits integriert in kulturelle Normen, nie mehr als eine isolierte und individuelle Herausforderung gegenüber Regeln und Anstand, stellt sie kein Material für eine systemati-

sche Untersuchung kultureller Funktionen bereit. Wenn Normalität der Untersuchungsgegenstand ist, warum sich dann von isolierten Randpositionen an sie annähern? Es scheint viel vernünftiger, dogmatische Setzungen und etablierte Regeln in ihren allgemeingültigen Formen als Leitfäden für die Konzeptbildung zu verwenden als die vielfältigen und unkontrollierbaren Manifestationen einer bunten Horde von Individuen.

Exzentrizität produziert nämlich weder Gruppierungen noch Manifeste oder gar einen Kanon. Ihre Ausprägungen besitzen nicht die Formen, die Theorien und Kulturwissenschaft zufrieden stellen. Obwohl es exzentrische Kunstwerke und Literatur gibt, manifestiert sich ein Großteil dessen, was Exzentrik ausmacht, im schwer zu fassenden Bereich individueller Praxis und persönlicher Existenz, dem unordentlichen Bereich des wirklichen Lebens eben – genau dem, was sich so häufig Theorien entzieht, weil es sich nicht nach den Regeln richtet, die diese für das Funktionieren ihrer Interpretationsmaschinerien benötigen. So wird zum Beispiel von George „Beau“ Brummell [1], einem der stilbildenden Dandies, berichtet, er habe der Welt nicht Tagebücher und Briefe hinterlassen, sondern Schneiderrechnungen. Natürlich sind Kulturhistoriker mehr als willig, an Kleiderrechnungen das Konsumverhalten einer Epoche abzulesen. Trotzdem führt die Tatsache, dass Brummell dafür berüchtigt war, unmäßig zu konsumieren, zu einer fragwürdigen Repräsentativität des Unternehmens. Exzentriker sind nicht nur schlechte Maßstäbe ihrer Epochen, sie stammen oft auch aus privilegierten Positionen, ohne dabei immer den Regeln ihrer Klasse konform zu leben. Dies macht sie ungeeignet für soziologische Studien und anrühlich für marxistische (in denen sie dennoch manchmal als Ausdruck von Dekadenz

auftauchen, als moralisierende Erinnerung an die Exzesse der Klassengesellschaft).

Ein weiterer Grund, warum Historiker mit Exzentrik Schwierigkeiten haben, ist ihr Anachronismus: Exzentriker scheinen häufig außerhalb ihrer Zeit zu leben, entweder weil sie sich an der Vergangenheit orientieren (wie zum Beispiel Einsiedler, Anhänger scheinbar primitiver Lebensstile, aber auch die monomanischen Sammler exquisiter Antiquitäten), oder weil sie ihrer Zeit voraus scheinen. Die verrückten Erfinder und Wissenschaftler gehören in die letztere Kategorie – ebenso wie Trendsetter in der Mode. Diese Trendsetter führen uns zum Problem von Norm und Devianz zurück und erinnern uns gleichzeitig an den prekären Status von Exzentrik in der Moderne und Postmoderne. Nirgendwo ist das Zusammenspiel von Exzentrik und Norm so eng wie in den Bereichen der Mode und des soge-



Prof. Dr. phil. **Rainer Emig**, geb. 1964 in Messel, Studium der Anglistik, Germanistik und Theater-, Film-, Medienwissenschaft an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main und der University of Warwick. 1992 Promotion an der University of Oxford, 1998 Habilitation an der Universität-GH-Siegen. 1995–1999 Lecturer für Englische Literatur und Kritische und Kulturtheorie an der University of Cardiff. 1999–2008 Professor für Britische Literaturwissenschaft an der Universität Regensburg. Seit Herbst 2008 Lehrstuhl für Englische Literatur- und Kulturwissenschaft an der Leibniz-Universität Hannover.

**Forschungsschwerpunkte:** Englische Literatur und Kultur vom 19. bis zum 21. Jahrhundert, Krieg in Literatur und Kultur, Männlichkeit.





[1] George Bryan Brummell (1778–1840), genannt „Beau“, der berühmteste englische Dandy, in einem zeitgenössischen Aquarell von Richard Dighton.

nannten *lifestyle* (ein Begriff, der selbst ein Vermächtnis der exzentrischen Dekadenz des späten 19. Jahrhunderts ist [2]). Mode würde tatsächlich an ihr Ende gelangen, wenn sie nicht ständig von neuen und scheinbar exzentrischen Erfindungen vorangetrieben würde, Erfindungen allerdings, die, wenn sie erfolgreich sind, sofort Allgemeingut werden, nur um wieder von neuen Moden ersetzt zu werden. Wer hätte etwa vor zwanzig Jahren, als ein Ohrring in einem Männerohr noch Kommentare und Verwarnungen von Arbeitgebern auslöste, gedacht, dass Piercings und Tätowierungen zum Spielzeug der gelangweilten Mittel- und Unterschicht werden würden? Natürlich haben diese scheinbar neuen Moden historische Vorläufer und waren oft einst Norm und nicht Ausnahme (Männerschmuck zum Beispiel in der Renaissance). Wie kann man noch ex-



[2] Dieses elegante Ensemble sollte jungen Männern Ende der 1990er Jahre schmackhaft gemacht werden. Es ist natürlich ein ironisches Zitat der Dandy-Mode des *fin-de-siècles* einhundert Jahre früher.

zentrisch sein in einer kommerzialisierten Wirklichkeit, die endlos viele Zentren kennt und von ihnen lebt?

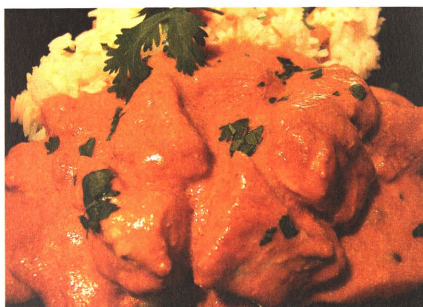
### Gründe, über Exzentrik zu sprechen

In den letzten zwanzig Jahre ist in den Geisteswissenschaften eine Bewegung zu beobachten, die weg führt von der Beschäftigung mit dem Marginalen als einem historischen Akt der ausgleichenden Gerechtigkeit hin zu einem radikaleren Angriff auf etablierte Vorstellungen von Kultur und Geschichte durch die Hinterfragung von Normen und Normalitäten. Dieser Trend wurde zuerst im Feminismus sichtbar. Dort wurde das pflichtbewusste Wiederentdecken vergessener Künstlerinnen und Autorinnen abgelöst von manchmal essentialistischen Überlegungen zu möglichen Urgründen des Weiblichen. Diese wurden dann wiederum kritisch hinterfragt und ersetzt durch Einschätzungen von Geschlecht in Modellen gegenseitiger Konstruktion und Dekonstruktion innerhalb ideologischer Rahmen, deren Konstanten selbst wiederum als historisch und veränderlich erkannt wurden.

Noch subversiver als im Feminismus waren diese Bewegungen weg von der Betonung der Existenz und der Rechte angeblicher Randgruppen hin zu einer Herausforderung der bislang akzeptierten Zentren in der *Queer Theory* und der postkolonialen Theorie. Während die Homosexuellenbe-

wegung der 60er und 70er Jahre sich darauf konzentriert hatte, der Welt deutlich zu machen, dass Schwule und Lesben existierten, und im Allgemeinen zufrieden war, wenn diesen Orte der Toleranz zugesichert wurden, änderte sich das Klima, als selbsternannte *Queer*-Aktivist:innen die generelle Bedeutung heterosexueller Dominanz zu hinterfragen begannen, die sie Heterosexismus und Heterrorismus nannten. Ihre blasphemische Frage lautete: gibt es die Norm, Heterosexualität, überhaupt? Diese Frage unterminierte schließlich auch das Konzept der Homosexualität selbst, eine Erfindung des späten 19. Jahrhunderts, wie Michel Foucault argumentiert. Die Herausforderung des Zentrums durch den Rand beseitigt schließlich beide. Ein erster Hinweis auf die mögliche Subversivität von Exzentrik. Postkoloniale Theorien fanden ebenfalls ihren Ausgangspunkt in der Klage darüber, dass koloniale Identitäten generell von einem impliziten weißen westlichen Zentrum als marginal, exotisch, oder orientalisch definiert wurden. Schnell öffnete sich aber auch hier eine Dialektik, in der die Dichotomie von Innen und Außen durch Modelle gegenseitiger Abhängigkeit und Beeinflussung ersetzt wurde. In diesen erschien die scheinbar dominante Kolonialmacht genau so anfällig für die imaginären Verlockungen dessen, was sie beherrschte [3], wie die unterdrückten Kolonialsubjekte sich an den Machtstrukturen, Ideologien und kulturellen Definitionen orientierten, die ihnen aufgezwungen wurden [4].

Aber zurück von dem, was vielleicht noch marginal erscheint, *Queer Theory* und postkoloniale Studien, zum Kulturbegriff. Welches Recht hätten die *Cultural Studies* auf ihren Namen, wenn sie sich nicht mit kultureller Praxis beschäftigten? Was wäre ihr Sinn, wenn sie nur normative Regeln und generalisierbare Haltungen betrachten würden – durch die Brille der quantifizierbaren Durchschnitte und repräsentativen Tendenzen? Wir alle wissen, dass uns Kultur häufig so präsentiert wird, durch Medien, Politiker und Marktforscher. Aber wir wissen auch, dass Kultur mehr ist als das. Nur wenn es darum geht, dieses „Mehr“ zu beschreiben, betreten wir rasch ungemütliches Terrain. Die Kritische Theorie der Frankfurter Schule hat schon vor Jahrzehnten vor dem Nimbus der großen Kunstwerke und Künstler gewarnt. Sie lässt uns auch zögern, Individualität hervorzuheben – einen Wert, den wir gleichzeitig für unsere eigene tägliche Lebenspraxis beanspruchen. Beides, kulturelle Bedeutung und Individualität, haben wir



[3] *Chicken Tikka Masala*, das angeblich neue Nationalgericht der Briten. Bereits sein Vorgänger *Fish and Chips* wurde von einigen Gastronomiehistorikern als Import (in diesem Fall aus Belgien) geoutet.



schließlich als ideologische Konstrukte identifizieren gelernt. Und doch ist es genau das Widerspiel zwischen dem Normativen und dem, was davon abweicht, ohne gleich ein binäres Anderes zu ihm zu bilden, das Kulturen und historischen Epochen ihre Eigenheiten verleiht. Christopher Lane hat dies in einem der wenigen theoretischen Beiträge zur Exzentrizität für den Dandy folgendermaßen dargestellt: „Dandyism represented less a ‘character’ than a recurrent and insoluble oscillation between the personal and the social in which neither category was stable or autonomous“ [Dandyismus verkörperte weniger einen „Charakterzug“ als eine wiederkehrende und unauflösbare Oszillation zwischen dem Persönlichen und dem Sozialen, in

Konzeption von Gesellschaft und Kultur. Die neuen Modelle beruhten auf Zentren (das augenfälligste ist das der absolutistischen Monarchie), an deren Rändern aber gleichzeitig interessante Dinge geschahen, wie zum Beispiel die Herausbildung des Bürgerlichen als tonangebender ökonomischer und kultureller Kraft. Es ist offensichtlich, dass Exzentrizität als kulturelles Konzept keinen Sinn innerhalb hierarchisch organisierter Kulturen, wie der mittelalterlichen, macht, in denen Außenseitertum nur Devianz bedeuten konnte: als Fremder, Verbrecher, oder Teufel. Trotzdem kannten auch Epochen vor dem 17. Jahrhundert Phänomene, die dem ähnelten, was später exzentrisch genannt wurde. Die Antike hatte ihre unge-

senz (und wahrscheinlich auch den Geruch) eines Klausners in ihrer Kirche verdrängen. Klausner zogen durchaus geschickt Fäden von ihren Zellen, wie unter anderem von der geistlichen Ziehmutter Hildegard von Bingen, Jutta von Sponheim, überliefert ist.

Was der Praxis der Klausner implizit und deshalb unausgesprochen ist, wird zur Doktrin und deshalb wieder „zentrisch“ (es gibt bezeichnenderweise keinen Gegenbegriff zu „exzentrisch“), wenn man sich zwei zentrale Traditionen westlichen Denkens anschaut: die Stoiker und das Christentum, beide ursprünglich „prähistorische“ Formen der Exzentrizität. Das stoische Ertragen von Leid mit Selbstmord als möglicher Option erschien Zeitgenossen zuerst als äußerst befremdliche Idee. Trotzdem wurde der Stoizismus zu einer dominanten Ideologie des klassischen Altertums und behielt seine Wirkung durch die Renaissance hindurch bis ins neuzeitliche Denken. Das gleiche gilt für das Christentum mit seiner Doktrin der Nächsten- und Feindesliebe. Stoizismus und Christentum belegen, dass das Marginale und Exzentrische zum Zentrischen und Normativen werden kann.

Als jedoch „exzentrisch“ im 17. und 18. Jahrhundert zum anerkannten kulturellen Adjektiv wurde, wurde Exzentrizität auch in England zuerst keineswegs als emanzipatorische Geste, etwa der Mittelklasse gegen die Dominanz der Aristokratie, begrüßt. Im Gegenteil war der Begriff zuerst negativ besetzt, als Denunziation von Exzess und Dekadenz. Was als exzentrisch oder „foppish“ beschrieben wurde, waren fremdländische Gewohnheiten, Kleidung und Waren – im Gegensatz zu einem als gesund empfundenen Englischtum, das sich durch Männlichkeit, Zuverlässigkeit, und Einfachheit auszeichnen sollte. Ein gutes Beispiel hierfür ist ein Gedicht des konservativen Autors Henry Carey von 1729 mit dem Titel „A Satyr on the Luxury and Effeminacy of the Age“ [Eine Satire auf den Luxus und die Verweichlichung unseres Zeitalters]. Es enthält Verse wie die folgenden:

*Britons! For shame, give all these Follies o'er,  
Your antient Native Nobleness restore:  
Learn to be manly, learn to be sincere,  
And let the World a Briton's Name revere.  
Let not my Countrymen become the Sport,  
And Ridicule of ev'ry foreign Court;  
But let them well of Men and things discern,  
Their Virtues follow, not their Vices learn.*

[...]



[4] Die Kapoors und die Rabindranaths (die sich „Coopers“ und „Robinsons“ nennen lassen) stellen in der britischen Comedyserie *Goodness Gracious Me* (BBC 2, 1998–2001) das Klischee der überangepassten Einwanderer dar.

dem keine der beiden Kategorien stabil oder autonom funktionierte]. Ein weiterer Grund, über Exzentrizität zu sprechen.

### Über was sprechen wir eigentlich, wenn wir über Exzentrizität reden?

Der Begriff der Exzentrizität stammt aus der Astronomie, wo er die unregelmäßigen Umlaufbahnen einiger Himmelskörper beschreibt. Niemals ganz von ihren Zentren abgelöst, machen exzentrische astronomische Bewegungen durch ihre schwierigere Berechenbarkeit das Verhältnis von Zentrum zum Rand komplex und problematisch.

Im 17. Jahrhundert wandelte sich der Begriff „exzentrisch“ vom naturwissenschaftlichen zum sozialen und kulturellen. Das ist kein Zufall. Es ist offensichtlich, dass der neue Gebrauch von Exzentrizität einher geht mit einer anderen

wöhnlichen Philosophen, wie Diogenes in seiner Tonne. Das frühe Christentum hatte seine Eremiten und Säulenheiligen, später die Klausner, die häufig auf lebenslangem Eingemauertsein innerhalb von Kirchen bestanden. Diese „prähistorischen“ Exzentriker können als solche bezeichnet werden, weil sie der grundlegenden geometrischen Struktur von Exzentrizität entsprechen: das Zentrum verlassen, ohne jemals den Kontakt mit ihm zu verlieren. Die antiken Philosophen sind ohne ihre Schüler und Dialoge, also ohne Interaktion, nicht zu denken. Eremiten und Säulenheilige suchten die Einsamkeit, nur um häufig zum Ziel derer zu werden, die geistlichen Rat suchten, und zum Ursprung von Kulte und Pilgerfahrten nach ihrem Ableben. Klausner sorgten dafür, dass sie von ihren Zellen den Altar, das Zentrum religiöser Handlungen, sehen konnten, und genauso wenig konnte die Kirchengemeinde die Prä-





[5] „My Lord Tip-Toe. Just arrived from Monkey Land“ [Eure Ehren Trippelschritt, gerade aus dem Land der Affen heimgekehrt], eine von M. Darly 1771 veröffentlichte Karikatur, macht sich über die englische Oberschicht lustig, die sich an fremdländischen Moden (hauptsächlich den französischen) orientierte.

*To Learning, and to Manly Arts estrang'd,  
(As if with Women Sexes they'd exchang'd)  
They look like Females, dress'd in Boys Attire,  
Or Salmon Waxwork Babies, prop'd by Wire:  
And, if a Brace of powder'd Coxcombs meet,  
They kiss and slabber in the open Street.  
Curse on this damn'd, Italian Pathic Mode,  
To Sodom and to Hell the ready Road!  
May they, when next they kiss, together grow,  
And never after Separation know.*

*Our Petits Maitres now are so polite,  
They think it ungentle to Read or Write:  
Learning with them is a most heinous Sin,  
Whose only study is to Dress, and Grin,  
To Visit, to drink Tea, gallant a Fan,  
And ev'ry Foolery below a Man.  
[...]*

Eine Prosaübersetzung könnte lauten: „Britten, schämt Euch, hört mit diesen Torheiten auf und stellt Eure alte eingeborene Vornehmheit wieder her. Lernt, männlich und geradlinig zu sein, und lasst die Welt wieder den Namen eines Briten verehren. Lasst nicht zu, dass meine Landsleute zum Gespött und Amusement eines jeden fremden Fürstenhofs werden. Lasst sie Menschen und Dinge richtig beurteilen und ihren Tugenden folgen, nicht ihre Laster lernen. [...] Gelehrsamkeit und den männlichen Künsten entfremdet (als hätten sie mit Frauen das Geschlecht getauscht), sehen



[6] George Gordon Lord Byron (1788–1824), englischer Dichter, in einer seiner berühmten und weit verbreiteten Darstellungen (hier in griechischer Tracht nach einem Gemälde von Thomas Phillips; er kämpfte auf Seiten der Griechen für deren Unabhängigkeit vom Osmanischen Reich).

sie wie Frauen in Knabengewändern aus oder wie rosa Wachspuppen, die von Draht gehalten werden. Und wenn eine Rotte dieser gepuderten Heinis sich trifft, küssen und schlabbern sie sich auf offener Straße ab. Verflucht sei diese verdammte italienische leidenschaftliche Mode, der gerade Weg zu Sodom und Verdammnis! Mögen sie, wenn sie sich noch einmal küssen, zusammenwachsen und nie wieder voneinander loskommen. Unsere jungen Herren sind jetzt so vornehm, dass sie es für unfein halten, zu lesen und zu schreiben. Gelehrsamkeit ist für sie eine schlimme Sünde, und ihr einziges Studium Ankleiden und Grinsen, Besuche machen, Teetrinken, einen Fächer schwingen und jede Tollerei, die eines Mannes unwürdig ist.“

Patriotismus (man könnte es auch Chauvinismus nennen: alle heute noch gängigen Klischees des Französischen und Italienischen finden sich in Anti-Fop-Pamphleten der Epoche) geht eine verständliche Verbindung mit kommerziellen Interessen ein (einige Strophen des Gedichts könnten geradezu mit dem Slogan „Buy British“ zusammengefasst werden), aber auch eine nicht so leicht nachvollziehbare mit Geschlechterrollen. Aus irgendwelchen Gründen fühlte sich der einfache Engländer (und um Männlichkeit geht es hier) bedroht von all diesem weibischen fremdländischen Getue. Das



[8] Dame Edith Sitwell (1887–1964) in einer ihrer sorgfältig inszenierten Fotografien, hier ausgeführt vom berühmten englischen Fotografen Cecil Beaton.

Zentrum erweist sich als weniger stabil, als man gerne annimmt. Vor allem scheint es zu wissen, dass das, was es gerne als angeboren voraussetzt, gleichzeitig ordentlich erlernt werden muss. Ein weiterer Widerspruch ergibt sich daraus, dass der einfache englische Kaufmann sehr wohl auf den fremdländischen Luxus (zum Beispiel in Form des Tees) angewiesen war, den er vordergründig als „foppish“ ablehnte. Mehr noch, verbirgt sich hinter den pedantischen und lustvoll detaillierten Attacken vielleicht auch ein geheimes Begehren, an Verschwendung und Luxus teilzuhaben.

Bereits in den Komödien der englischen Restaurationszeit nimmt die Figur des Fop [5] deshalb eine schizophrene Position ein: während er auf der einen Seite sowohl von den einfachen Dienern und Händlern wie auch von der Oberschicht, der er angehört, heimlich belächelt oder gar offen ausgelacht wird, bildet er doch gleichzeitig das Maß, gegen das sich alle in Bezug auf Kleidung und Manieren messen. Man könnte daher Christopher Lanes vorhin zitiertes Argument einen Schritt weiter führen und behaupten, dass in der neuzeitlichen westlichen Kultur Identität immer schizophren oder in der Tat exzentrisch ist: sie bedeutet Konformität mit Rollen, aber auch die Variation eben dieser Rollen. Ohne Konformität bleibt man asozialer Außenseiter;



ohne Variation gesichtslos und ohne anerkannte Persönlichkeit.

Während der Fop des 17. Jahrhunderts von immer neuen Moden gehetzt wurde, übernahm der Dandy des späten 18. und frühen 19. Jahrhunderts das modische Steuer. Wieder kann diese Veränderung als weitere Stärkung der Mittelklasse gesehen werden. Während der Fop sich an aristokratischen Vorbildern orientierte (höchstes Ziel in der Restaurationskomödie ist ein Nachahmen des französischen Hofes), pfpfot der Dandy veredelte bürgerliche Normen wie etwa Einfachheit selbst den Aristokraten auf. Die Anekdote, laut der sich der adlige Dichter Byron [6] eine Nacht lang quälte, um seine Krawatte so faltenlos zu binden wie der bürgerliche Beau Brummell, illustriert dies wundervoll. Die Vorstellung, dass wirklicher Reichtum sich darin ausdrückt, ihn nicht zu zeigen, ist bis heute gültig geblieben und erinnert daran, wie Luxus eine Allianz mit ursprünglich protestantischen Werten wie Selbstbeschränkung eingehen kann.

Dass in der englischen Literatur die erste modern zu nennende Biographie sich des exzentrischen Samuel Johnson [7] annimmt, überrascht vielleicht nicht. Aber



[7] Samuel Johnson (1709–1784), Essayist und Enzyklopädist, in einer zeitgenössischen Radierung von John Hall nach einer Vorlage von Joshua Reynolds, die den Kontrast zwischen klassizistischen Ordnungs- und Schönheitsidealen und Johnson (man beachte das Gesicht, die zerknautschte Kleidung und das zerfledderte Buch) sehr schön deutlich macht.

die Tatsache, dass andernorts so zentrale Projekte, wie die einer Enzyklopädie, in England ebenfalls zuerst in exzentrischen Formen auftraten, wie das von eben diesem Dr. Johnson verfasste Dictionary von 1755, verweist auf den paradoxen zentrischen Status der Exzentrik in der englischen Kultur. In der Literatur sind es einige Jahrzehnte später die Romantiker, die die Exzentrik über den Geniebegriff geradezu zur Norm der Kulturproduktion machen. Der bereits erwähnte Lord Byron fasst dies programmatisch in *Childe Harold's Pilgrimage* (1818) zusammen:

*Canto III, XLIII*

*This makes the madmen who have made men mad*

*By their contagion; Conquerors and Kings, Founders of sects and systems, to whom add Sophists, Bards, Statesmen, all unquiet things Which stir too strongly the soul's secret springs,*

*And are themselves the fools to those they fool;*

„So macht man die Narren, die die Menschen närrisch machen durch ihre Ansteckung; Eroberer und Könige, Sekten- und Systembegründer, zu denen man noch Sophisten, Dichter, Staatsmänner, alle unruhigen Dinge hinzufügen kann, die die geheimen Federn der Seele zu stark anspannen und doch selbst die Narren derer sind, die sie narren“.

Der Dandy des 18. und 19. Jahrhunderts beweist außerdem, dass kulturelle Werte fröhlich mit ökonomischen Widersprüchen koexistieren können. Die meisten Dandies waren hoch verschuldet. Sie folgten dabei aristokratischen Mustern, zu denen sie ihre Schichtenzugehörigkeit eigentlich nicht berechnete (Beau Brummells Großvater zum Beispiel war sogar nur einfacher Kammerdiener gewesen). Und doch fungierten sie durch ihr demonstratives Vorführen von Luxusgütern und ihre Popularität als Werbeträger für die zahllosen Schneider, Hut- und Handschuhmacher und Juweliere, deren Kunden sie waren, ähnlich wie heutige weibliche Hollywoodstars bei Oscar-Verleihungen von Designern in teure Kleider und Juwelen gesteckt werden, in der Hoffnung, ihr Star-Status würde die Verkäufe ankurbeln. Was die britische Kulturtheoretikerin Rachel Bowlby in Bezug auf Oscar Wildes berühmten Dandy Dorian Gray für das späte 19. Jahrhundert behauptet, nämlich dass zu jener Zeit Konsumwerbung mit Identität im modernen *lifestyle* verschmilzt, hat seine Ursprünge

bereits ein, wenn nicht zwei Jahrhunderte früher.

Der Dandy des späten 19. Jahrhunderts fühlte sich nicht genötigt zu reisen, um auf dem neuesten Stand der Mode zu bleiben, wie der Fop einhundert Jahre zuvor. Ein verbessertes Netzwerk von Handel und Kommunikation ließ das Exotische zu ihm kommen – in Gestalt exquisiter Gegenstände und ausländischer Bücher. Unglücklicherweise beeinflusste diese Effizienz des Kulturaustauschs auch deren Integration in die vom Dandy abgelehnte Normalität: die Jagd nach immer neuen ästhetischen Erfahrungen beschleunigte sich ständig, da alles viel zu schnell gewöhnlich wurde. Gleichzeitig erfasste die Homogenisierung der hegemonialen Kultur auch das Exotische. So findet man zum Beispiel in Henry Rider Haggards kolonialem Abenteuerroman *King Solomon's Mines* von 1885 einen „typisch englischen“ Gentleman, der mit Monokel und Gummihemdtragen durchs dunkelste Afrika stolpert. Exzentrik und *Englishness* waren nun fest miteinander identifiziert, Exzentrik vom Heterostereotyp („exzentrisch sind die anderen“) zum Autostereotyp geworden. Dennoch fällt es nicht schwer zu bemerken, dass sich unter ihrer drolligen Harmlosigkeit die stählerne Absicht verbarg, Individualität in strikt definierter Form selbst im fremdartigsten Umfeld durchzusetzen. Mit dem exzentrischen Gentleman überzieht die englische Kultur während des Empire beinahe den gesamten Globus mit seinen Idealen.

Kulturtransfer und Internationalisierung sind auch für die Ausprägungen der Exzentrik im zwanzigsten Jahrhundert charakteristisch. Die Literatur der klassischen Moderne ruht auf Autoren im Exil, die exzentrische Identitäten für sich erfinden: T.S. Eliot, Ezra Pound, Gertrude Stein, Wyndham Lewis und James Joyce sind hier nur ein paar Namen unter vielen. Doch was geschieht mit der Exzentrik heute, wo wir in der sogenannten Postmoderne augenscheinlich gründlich globalisiert und homogenisiert worden sind? Ist sie damit ins Museum der Kulturgeschichte gewandert, wo die berühmteste literarische Untersuchung des Phänomens Exzentrik, Edith Sitwells [8] *English Eccentrics* von 1933, sie sieht? Ihr selbst exzentrisches Buch beginnt mit einer langen Liste nostalgischer Bildlichkeiten, unter ihnen „alte Theaterkulissen, die weggeworfenen Lumpen toter Schauspieler“, „alte Erinnerungen“ und ein „enormer Aschenhaufen“. In Bret Easton Elliss' Roman *American Psycho* von 1991 sehnt sich



der Yuppie Patrick Bateman danach, sich von seinem eintönigen sozialen Umfeld abzusetzen, während er gleichzeitig alles daransetzt, genau wie alle anderen zu sein. Doch selbst die sadistischen Serienmorde, die er schließlich begeht, garantieren nicht den Status des Besonderen. Sie werden ihm schnell ebenso langweilig wie die endlosen Freakparaden in den täglichen Fernsehtalkshows oder die Pornovideos, die er sich regelmäßig anschaut. Wenn jeder exzentrisch ist, dann sind alle nahtlos integriert in eine gesichtslose Kultur des Konsums, könnte man den Roman moralisierend lesen.

Und doch gibt es innerhalb hegemonialer Kultur Bereiche, in denen Randzonen umstritten sind und Exzentrik und ihr mögliches Abgleiten in die Devianz eine Rolle spielen. Drogen und Sexualität sind zwei dieser Bereiche. Während Drogenkonsum so alt ist wie die Menschheit, haben Kulturen sorgfältige Unterscheidungen seiner kulturellen Akzeptanz entwickelt. Einige Drogen gelten gegenwärtig als so normal, dass sie gar nicht als Drogen wahrgenommen werden (Alkohol, Koffein und Nikotin etwa); andere sind so etabliert, dass sie als altmodisch und langweilig gelten (Marihuana); manche besitzen modische *lifestyle*-Konnotationen (Kokain und Ecstasy), während der Rest mit Krankheit und Verbrechen assoziiert wird (zum Beispiel Heroin und Crack).

Im Bereich der Sexualität, in dem viele Pop-Debatten des 17. Jahrhunderts stattfinden, scheinen die Normen ebenfalls in Bewegung zu sein, während gleichzeitig überraschende Grenzen des Akzeptablen erhalten bleiben. Nachdem sadomasochistische Praktiken und Cybersex heute alltägliche Gesprächsthemen darstellen und Oral- und Analsex scheinbar in jeden Haushalt Einzug gehalten haben, wundert man sich über die Zukunftsaussichten von Prostituierten, deren Klienten angeblich das möchten, was sie zuhause nicht bekommen. Pädophilie ist dagegen in seinem Status als Tabu gestärkt worden, bis zu dem Grad, dass manche Eltern sich heute scheuen, zu ihren Kindern körperlich zärtlich zu sein, und dass Nacktheit (einst eine emanzipatorische Geste gegen bürgerliche Verklemmtheit) in manchen Kontexten wieder problematisch geworden ist.

Nirgendwo formen Drogen, Sexualität und hegemoniale Kultur einen stärkeren Nexus als in der Jugend- und Populärkultur. Dies sind deshalb auch die Bereiche, in denen die heutigen Auseinandersetzungen um die Rolle der Exzentrik am deutlichsten beobachtet werden können.

Als Boy George [9] in den 1980er Jahren die Bühne betrat, platzierten ihn seine Kleidung und androgyne Erscheinung eindeutig im Bereich des Exzentrischen. Annie Lennox [10] bildete sein weibliches Gegenstück. Während Lennox sich jedoch für interessante, wenngleich kulturell akzeptable Erforschungen von Weiblichkeit und weiblichen Masken entschied (und darüber hinaus für Eheschließung und Mutterschaft), vermischte Boy George Homosexualität und die falsche Art Droge, nämlich Heroin, und überschritt so die Grenze von der Exzentrik zur Devianz – mit dem Resultat, dass er schließlich vor Gericht endete. Die Versuche des amerikanischen Popsängers Marilyn Manson, ähnliche Provokationen zwanzig Jahre später zu wiederholen, scheinen dagegen europäische Teenager kaum zu interessieren. Tokio Hotel, dessen Leadsänger Bill Boy George im Make-up-Verbrauch kaum nachsteht, werden, obgleich erfolgreich, selten als exzentrisch wahrgenommen.

Ein unterschiedlicher Zugriff auf Exzentrik manifestiert sich in den Pet Shop Boys: sie verbinden als Mode vollkommen ungeeignete Bühnenkleidung mit dem vollkommenen Verzicht auf Popstar-Verhalten. Hier stellen sie das genaue Gegenstück zu den britischen Künstlern Gilbert & George [11] dar, die neben anderen sich selbst in ihrer seit der Romantik für Künstler untypischen Normalität zum Kunstobjekt machen. Die Exzentrik in der postmodernen Kunst wie auch der Populärkultur manifestiert sich häufig im Ausstellen von scheinbarer Normalität.

Ähnliches gilt für die Literatur- und Kulturtheorie: hier erscheint man heute vielfach als exzentrisch, wenn man sich zentrischen Projekten verschreibt. Ein Beispiel ist der ursprünglich aus der exzentrischen, weil dekonstruktionistischen Yale School stammende Harold Bloom mit seiner Studie *The Western Canon*, in der er dem späten 20. Jahrhundert noch einen verbindlichen Literaturkanon beschenken möchte. Als deutsches Äquivalent zu Bloom könnte man Dietrich Schwanitz mit seinem Bestseller *Bildung – Alles, was man wissen muss* (1999) werten. Doch was könnte die wirkliche Herausforderung der Exzentrik an die Kritische und Kulturtheorie wie auch an die Anglistik sein?

#### **Exzentrik als das Deviante der Kritischen und Kulturtheorie**

Die Anglistik muss sich der Exzentrik nicht nur deshalb verbunden fühlen, weil sie einen besonderen Status in der engli-

schen Kultur besitzt. Auch als Disziplin teilt die Anglistik mit der Exzentrik die Stellung „mitten am Rand“. Als Philologie einer der bedeutendsten Weltsprachen ist die Anglistik fast automatisch in der Mitte gegenwärtiger Kulturdebatten angesiedelt, selbst und gerade in Deutschland, wo immer wieder beklagt wird, das Deutsche entwickle sich immer mehr zu einer Hybridsprache, dem sogenannten „Denglisch“. Besonders die Werbung erfreut den Anglisten täglich mit neuen Unsinnformeln wie „You're welcome“, „Come in and find out“ oder „Everlasting friends“, vom allgegenwärtigen „Handy“ ganz zu schweigen. Und doch ist gleichzeitig klar, dass die Literatur, der sich die Anglistik immer noch schwerpunktmäßig zuwendet, in den gegenwärtigen Kulturdiskussionen keineswegs eine zentrale Rolle einnimmt, sondern vielmehr häufig eine randständige. Dabei sollte nicht vergessen werden, dass die englische Philologie selbst keineswegs eine ehrwürdige Tradition und damit zentrische Stellung besitzt. Erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts unter großen Widerständen in Oxford und Cambridge etabliert, war sie von vornherein ein zweifelhafter Neuankömmling, dessen Wert gegen den der etablierten klassischen Philologien gemessen wurde. Auch in ihrer weiteren Entwicklung hat es die englische Philologie in Großbritannien nie zur kulturtragenden Ideologie geschafft, sondern blieb immer im Verdacht, modisch und wankelmütig zu sein. Wenn ihre Vertreter eine Zusammenführung von Philologie und Nationalkultur versuchten, erschienen sie dabei oft selbst exzentrisch, wie der naturalisierte amerikanische Über-Engländer T.S. Eliot oder das Cambridger Original F.R. Leavis. Kaum war nach dem Zweiten Weltkrieg so etwas wie eine Konsolidierung der Anglistik erreicht, fanden wieder Umwertungen statt, die uns heute noch begleiten: Werke und Traditionen des bisherigen Randes, wie die Schriften von Frauen, aus den Randregionen Irland, Schottland und Wales, von Nicht-Mittelklasseautoren, ethnischen Minderheiten und Autoren der ehemaligen Kolonien sind heute oft zentraler für die Anglistik als die ursprüngliche „Mitte“ Chaucer, Shakespeare und Milton, eine Trinität, die selbst erst im 19. Jahrhundert etabliert wurde. Die Anglistik lebt also von der beständigen Umdefinition des Zentrums in den Rand und umgekehrt. Gleiches gilt für jene englischsprachige Weltkultur, die sich heute sicher dominanter zeigt als die britische, nämlich die U.S.-amerikanische. Häufig als



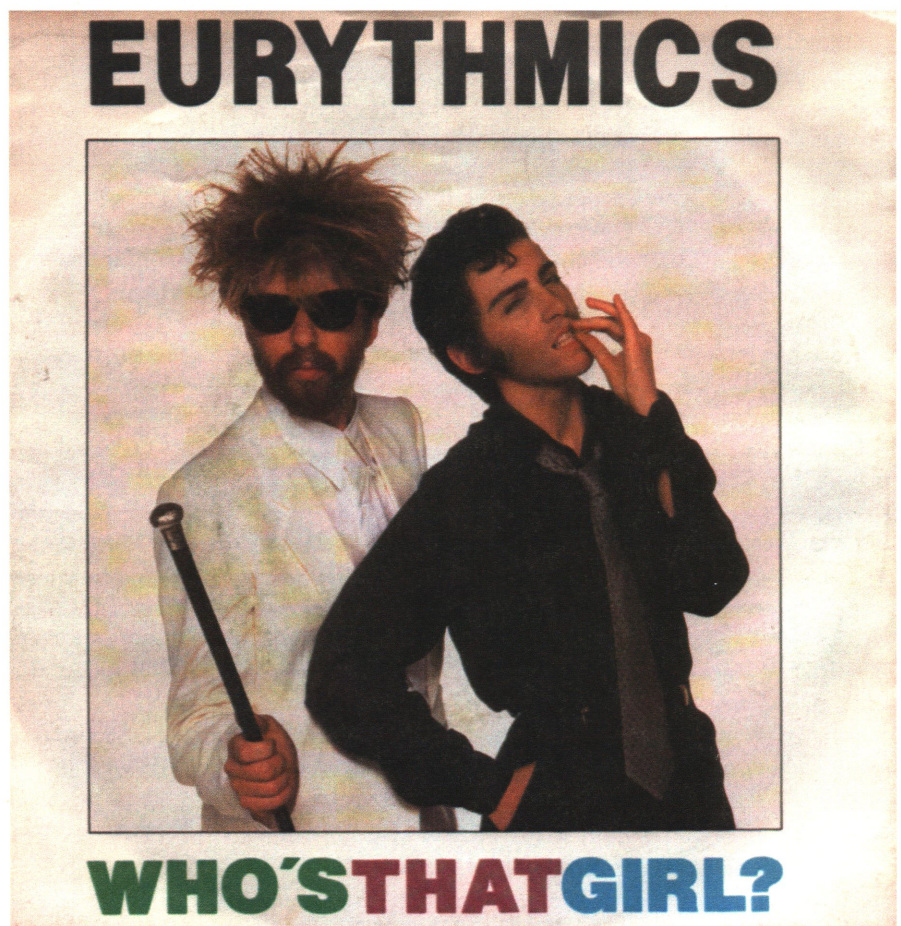
schlechter Ableger der britischen belächelt, ist sie es doch, die gegenwärtig oft die britische Kultur als rückständig, nostalgisch, und kurzfristig erscheinen lässt, als exzentrisch eben.

Gerade im Bereich der kulturellen Identität Großbritanniens, innerhalb der britischen Inseln wie auch im Kontext Europas und einer zunehmend globalisierten Welt, ergeben sich Positionen, die man exzentrisch nennen kann. So verstehen sich viele Inder, Pakistanis, Bangladeschis, Chinesen, Westinder und Afrikaner im heutigen Großbritannien eher als Briten denn als Engländer, auch wenn sie ihre Kulturen kaum einfach "britisch" nennen würden. Große Teile der Schotten und Waliser würden sich wohl eher als Europäer bezeichnen denn als Briten, von den Iren ganz zu schweigen. Für die Engländer liegt das Bild wieder anders. Wer wird dadurch für wen zum Exzentriker? Die rückständigen Engländer (rückständig in den Augen der Iren, Schotten und Waliser, die eigene Parlamente haben, etwas, was den Engländern fehlt)? Oder die exzentrischen Iren, Schotten und Waliser, die sich auf Nationalideologien besinnen, wenn die Welt in die Posaune der Globalisierung bläst? Es gibt viel Spannendes zu beobachten im Bereich der englischen, englischsprachigen und neuen englischen Literaturen und Kulturen, auch wenn der dafür zu zahlende Preis die ständige Neudefinition des Faches selbst ist.

Die Ausgrenzung der Exzentrik aus dem Vokabular und den Konzepten der Kritischen und Kulturtheorie hat, wie anfangs gezeigt wurde, durchaus strukturelle Gründe, lebt aber auch von kaum formulierten Ressentiments und verborgenen Ähnlichkeiten. Gerade deshalb verdient Exzentrik einen Platz in gegenwärtigen Debatten, die vielfach eine Verabschiedung von klaren Grenzziehungen und hierarchischen Binäroptionen versuchen. Exzentrik ist immer dialogisch, ohne dabei einfache Dialektiken zu bilden. Sie ist ein historischer Dialog, der nicht fälschlich eine scheinbare Neutralität signalisiert oder eine Gleichstellung der Partner in ihren Debatten. Der Exzentriker oder die Exzentrikerin kann privilegiert oder marginalisiert sein. Er oder sie kann harmlos erscheinen, aber auch in der Lage sein, die Kontrolle an sich zu reißen. Exzentrik verhandelt nichts Essentielles, sondern immer bloß Erscheinungen und Relationen. Diese Flexibilität der Exzentrik lässt sie dem Nomadischen ähneln, das Gilles Deleuze und Félix Guattari beschreiben, jedoch



[9] George O'Dowd alias Boy George (\*1961), der Leadsänger der britischen Band Culture Club, in einer frühen Aufnahme aus den 1980er Jahren.



[10] Annie Lennox (\*1954), Sängerin der Eurythmics, hier rechts, in einer typischen Pose aus den 1980er Jahren. Die britischen Medien amüsierten sich damals darüber, dass die amerikanische Presse Boy George für ein „Girl George“ und Annie Lennox für einen Mann hielt.





[11] In ihrer Fotoarbeit „Morning Light on Art for All“ von 1972 stellen sich Gilbert & George typischerweise selbst aus – und zwar in sorgfältig inszenierter Normalität, zur der auch die Rahmung eines typischen Fensters eines typischen britischen Hauses gehört.

ohne dessen romantische und primitivistische Selbsttäuschungen (zum Beispiel über seine scheinbare Unabhängigkeit von kulturellen Normen). Exzentrik befindet sich immer bereits innerhalb von Kultur, niemals außerhalb von ihr oder ihr vorausgehend. Sie schließt sich manchmal dem Fortschritt an, manchmal der Reaktion, manchmal beiden. Sie ist das, als was wir andere bezeichnen und was wir selbst lieber nicht genannt werden wollen. Dennoch enthält sie Aspekte (im Gegensatz zur Devianz), die wir für unser ideologisch begründetes Verlangen nach Individualität begehren. Exzentrik ist dabei aber keineswegs ein universelles Konzept. Es gibt Gründe, warum Frauen seltener und anders als exzentrisch gelten. Exzentrik ist darüber hinaus ein dominant weißes und westliches Konzept, und seine Verwendung für andere Kulturen ist in der Regel herablassend. Und doch enthält Exzentrik in all ihrer Problematik eine Relativierung unseres Selbst und unserer Kultur, die schwieriger, aber gleichzeitig redlicher

sein könnte als strukturalistische Sichtweisen, die immer nur in Begriffen von Innen und Außen funktionieren, oder poststrukturalistische Positionen, die gewöhnlich den Raum, in dem Exzentrik anzutreffen ist, bloß metaphorisieren: als Hybridität (ein problematischer, weil ursprünglich aus der Biologie, Genetik und Rassenlehre stammender Begriff) oder als *différance* (ein philosophischer und vielleicht letztlich theologischer Terminus, der kein Konzept sein möchte, aber sich deshalb auch leicht sozialer Relevanz entledigt).

Weil Exzentrik als kulturelle Kategorie aus vielfältiger individueller Praxis entsteht, fühlen Theorien, die auf Universalität zielen, sich genötigt, sie auszuschließen. Aber wenn sich Kulturwissenschaftler wirklich kultureller Praxis zuwenden wollen und wenn sie sich einig sind, dass sie sich auch mit den problematischen Konzepten, Selbsttäuschungen und Überresten von Individualität in unserer postmodernen Kultur beschäftigen müssen, können sie es sich nicht länger leisten,

Exzentrik innerhalb der Kritischen und Kulturtheorie an den Rand zu drängen.

## Literatur

- Rachel Bowlby, Promoting Dorian Gray, *Oxford Literary Review* 9 (1987), S. 147–163.
- George Gordon Lord Byron, *The Complete Poetical Works*. Hrsg. Jerome McGann. Oxford: Clarendon Press, 1980–1991.
- Henry Carey, *Poems on Several Occasions*. 3. Auflage. London: E. Say, 1729.
- Gilles Deleuze, Félix Guattari, Abhandlung über Nomadologie. Die Kriegsmaschine. In: dies., *Tausend Plateaus. Kapitalismus und Schizophrenie*. 2. Übers. Gabriele Ricke, Roland Voullié. Berlin: Merve-Verlag, 1997. S. 481–585.
- Rainer Emig, Eccentricity Begins at Home: Carlyle's Centrality in Victorian Thought, *Textual Practice* 17:2 (2003), S. 379–390.
- Rainer Emig, Right in the Margins. An Eccentric View of Culture. In: Stefan Herbrechter, Ivan Callus (Hrsg.), *Post/Theory, Culture, Criticism. Critical Studies* 23. Amsterdam, New York: Rodopi, 2004, S. 93–111.
- Christopher Lane, *The Drama of the Impostor. Dandyism and Its Double, Cultural Critique* (Herbst 1994), S. 29–52.
- Hans J. Schickedanz, *Der Dandy. Texte und Bilder aus dem 19. Jahrhundert*. Dortmund: Harenberg, 1980.
- Edith Sitwell, *English Eccentrics*. Überarb. Neuaufl. Harmondsworth et al.: Penguin, 1971.

## Bildnachweis

- [1], [6] Schickedanz, Dandy (1980), S. 15 u. 19.
- [2] *Arena Homme Plus* 6 (Herbst/Winter 1996/1997), S. 160.
- [3] <http://katskitchentalk.blogspot.com/2007/01/chicken-tikka-masala.html>.
- [4] Cover der DVD zur ersten Staffel von *Goodness Gracious Me*. London: BBC 1998.
- [5], [7] John Brewer: *The Pleasures of the Imagination. English Culture in the Eighteenth Century*. London: HarperCollins 1997, S. 83, S. 47.
- [8] James Danziger (Hrsg.): *Beaton*. London: Octopus Books 1985, S. 207.
- [9] Cover der Culture Club-Single „Karma Chameleon“. London: Virgin 1983.
- [10] Cover der Eurythmics-Single „Who's That Girl?“. London: RCA 1983.
- [11] Wolf Jahn: *Die Kunst von Gilbert & George oder eine Ästhetik der Existenz*. München: Schirmer/Mosel 1989, S. 111.



Bernhard J. Dotzler

# Unbeirrbarkeit:

## Watchful Portrait und die Kybernetik der Kunst

Medienwissenschaft heute fragt nicht mehr nur nach der Aussage dieses oder jenes Films, nach der Rolle von Film und Fernsehen generell oder nach dem Wandel zwischenmenschlicher Beziehungen durch das Aufkommen unterschiedlicher Telekommunikationstechnologien. All dies gehört weiterhin zu ihrem Tagesgeschäft. Im Kern aber hat sie die Philosophie beerbt und fragt (entsprechend gravitatisch formuliert) nach dem Sein der Medien. Wie kommt es, dass Medien überhaupt sind und nicht vielmehr nicht? Und wie verändern die Medien das, was ist, oder jedenfalls unser Wissen davon? Auf diese Weise zur Grundlagenforschung geworden, hat Medienwissenschaft es nicht zuletzt mit Wissenschaftsgeschichte einerseits wie andererseits mit den Künsten zu tun – Kunst verstanden als nicht bloß darstellende, sondern in sich explorative Praxis. – Was folgt, ist eine dementsprechende Etüde anlässlich des Regensburger Ars Electronica-Gastspiels während der documenta 2006 (mit Dank für eine schöne Kooperation an Regina Hellwig-Schmid und Manuela Pfaffenberger).

### I. Avant la garde

Gäbe es nicht den *Cyberspace* – genauer: dieses fast schon abgedroschene Wort für eine nach wie vor ominöse Realität –, kaum jemand wüsste heute noch, dass es einmal die Kybernetik gab. *Cyberspace* war die erste, *Cyberarts*, *Cybercash*, *Cyberdemokratie* und *Cybersex* sind wei-

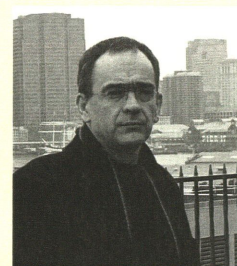
tere, aktuelle Wortkompositionen, in denen das Gespenst der Kybernetik zugleich umgeht und sich verbirgt, memoriert und vergessen in einem.

Die Legende sagt, es sei diese Wortschöpfung ein letztes Geschenk der Gutenberg-Kultur an die heutige technische Welt gewesen. Bars, die nach Kafkas *Verwandlung* benannt sind, Diskotheken im Strafkolonie-Ambiente, das sind bekanntlich ebenso typische *locations* der Romane und Erzählungen William Gibsons, wie ihr zentraler Schauplatz jene „Matrix“ ist, die einer ihrer Führer durch die Neuro-mantiker-Sphären wie folgt erklärt:

„Die Matrix hat ihre Wurzeln in primitiven Videospielen“, sagte der Sprecher, „in frühen Computergrafikprogrammen und militärischen Experimenten mit Schädelelektroden.“ Auf dem Sony verblaßte ein zweidimensionaler Weltraumkrieg [Spacewar also] hinter einem Wald mathematisch konstruierter Farne [Fraktalen also], die die räumlichen Möglichkeiten logarithmischer Spiralen demonstrieren. Stahlblaue militärische Maßangaben in Fuß glimmten auf, Versuchstiere, an Testreihen angeschlossen, Helme, die Feuerkontrollschaltungen von Panzern und Kampfflugzeugen speisten. „Cyberspace. Unwillkürliche Halluzination, tagtäglich erlebt von Milliarden Berechtigten in allen Ländern, von Kindern zur Veranschaulichung mathematischer Begriffe ... Grafische Wiedergabe abstrahierter Daten aus den Banken sämtlicher Computer im menschlichen System. Unvorstellbare Komplexität. Lichtzeilen, in den Nicht-Raum des Verstands gepackt, gruppierte Datenpakete. Wie die fliehenden Lichter einer Stadt ...“

Mit Beschreibungen wie dieser war der *Neuromancer* schon damals, 1984, ein Zukunftsroman voller historischer, mithin der Archäologie des *Cyberspace* dienlicher Requisiten. Aber es war und ist ein Zukunftsroman, und mehr als all die anti-quarischen Details, wie wertvoll auch im-

mer, wirft diese Zukunftsorientierung die Frage nach der Vergangenheit, der Geschichte, dem historischen Gedächtnis auf. Es ist trivial zu sagen, dass es ebenso der Erforschung der Vergangenheit bedarf, um die Zukunft zu erfinden, wie umgekehrt jeder Zukunftsentwurf stets auch das Bild der Vergangenheit überformt. In der Gegenwart leben wir (so gut wie) nie. Die Frage jedoch, wie eins zum andern sich konkret verhält, ist so wenig trivial, dass es eine allgemeingültige Antwort nicht gibt. Stattdessen ist sie als fallweise immer neu zu stellende Frage von grundlegender Relevanz. Es handelt sich, mit Pathos, doch ohne Übertreibung formuliert, um eine Grundfrage existentieller und existentialer sowie seit langem ästhetischer und längst auch technologischer Natur. Bis heute hat sich der Topos nicht erledigt, wonach die Kunst *avant la garde* vo-



Prof. Dr. Bernhard Dotzler, geb. 1963 in Amberg. Studium der Germanistik, Philosophie und Kulturwissenschaft in Freiburg, Siegen, Bochum und Berlin. Nach Tätigkeiten für den Wissenschaftsrat und in der Förderungsgesellschaft wiss. Neuvorhaben (Forschungsschwerpunkt Literaturforschung) 1996–2000 Wiss. Assistent an der Universität zu Köln sowie Projektleiter im dortigen Forschungskolleg „Medien und kulturelle Kommunikation“. 1997 Gastdozent an der University of Cambridge, UK, 1998 Gastprofessor für Medienwissenschaft an der Akademie der Bildenden Künste in Nürnberg. 2000–2004 Forschungsdirektor für Literatur- und Wissenschaftsgeschichte am Zentrum für Literaturforschung, Berlin, Habilitation 2004. Seit Ende 2004 Professor für Medienwissenschaft am Institut für Medien-, Informations- und Kulturwissenschaft der Universität Regensburg.





Foto: John Gerrard

The work consists of a pair of real-time 3D portraits of the same young woman, (Caroline), who follows the moon or the sun through each night and day with her eyes. These portraits, which are conceived as sculptural objects can be viewed through two centrally pivoting screens. Turning these screens allows the public to look around the portrait however this activity has no influence on the portrait or the piece as a whole.

[www.johngerrard.net](http://www.johngerrard.net)

Das Kunstwerk besteht aus einem Paar Echtzeit 3D-Porträts derselben jungen Frau (Caroline), die dem Mond oder der Sonne jeden Tag und jede Nacht hindurch mit ihren Augen folgt. Diese Porträts, als Skulpturen zu begreifen, können durch zwei um ihren Mittelpunkt schwenkbare Monitore wahrgenommen werden. Diese Drehbarkeit ermöglicht dem Betrachter den Blick um das Porträt herum; dies hat jedoch weder Einfluss auf das Porträt an sich noch auf das Werk als Ganzes.

## [1] John Gerrard, Watchful Portrait

ranzuschreiten habe (sogar der Imperativ zur Nachahmung der Alten hatte ja seinerzeit avantgardistische Funktion). „Der Künstler“, heißt es etwa bei McLuhan, „greift die Botschaft der kulturellen und technischen Herausforderung schon Jahrzehnte, bevor ihre umgestaltende Wirkung eintritt, auf.“ Und da eben auch der Guru der Medientheorie so sprach, gilt die Maxime zumal für die Medienkunst oder ars electronica, durch die sich auch die Künstler, wie Flusser einmal notierte, in die „Elite“ aus Wissenschaftlern und Technikern einreihen (sollen). Namentlich die Ars Electronica ist demselben Vorsatz verpflichtet. „Art as a test-drive of the future“, hat Gerfried Stocker formuliert, ganz wie bereits Hannes Leopoldsdorfer zur ersten Ars Electronica 1979 schrieb, sie wolle „keine Veranstaltung mit einer Bilanz über die Vergangenheit“ sein, „sondern auf Entwicklungen von morgen gerichtet“ – habe doch schon Ortega y Gasset bemerkt, das menschliche Leben sei „eine ständige Beschäftigung mit der Zukunft“.

## II. Sonne, Mond und Sterne

*Watchful Portrait* [1] fügt sich auf den ersten Blick nahtlos in diese Wesensbestimmung des Menschen wie in das Programm der Ars Electronica ein. Die Arbeit entstand im Ars Electronica Futurelab, und sie war Teil des Festivals 2004, das das 25jährige Jubiläum nutzte, Prophezeiungen über den kommenden Zeitraum gleicher Länge einzufordern: *Timeshift. Die Welt in 25 Jahren*. Darüber hinaus hat es

die Arbeit auch thematisch mit nichts geringerem als ältestem Vorhersagewissen zu tun. Das Portrait, genauer: Die beiden Köpfe des Doppelportraits verfolgen den Lauf der Sonne und des Mondes, nicht anders als es bereits im antiken Griechenland den Horoskopos und den Hierogrammateus gab, deren Aufgabe es war, so Clemens Alexandrinus, den überlieferten Kenntnisstand über die „Begegnungen und Erscheinungen von Sonne und Mond“ zu memorieren.

Inmitten und als Exemplar der fortschrittlichsten elektronischen Kunst wirkt *Watchful Portrait* so zugleich wie aus einer fernen mythischen Zeit – mythisch in jenem präzisen Sinn, dass der Mythos womöglich die älteste Sprache astronomischer Kenntnisse ist. „Der Kosmos war [für das mythische Denken] ein ungeheures System ineinander verzahnter Getriebe mit außerordentlich verzweigten Verbindungen, etwa vergleichbar einer Uhr mit mehreren Zifferblättern“, und der „Code“ dieses Systems waren vielleicht einst die Mythen, insofern sie „die bedeutsamen Einsichten und Lehren“ repräsentieren, „die man für würdig befunden hatte, von Generation zu Generation tradiert zu werden“. Der Mythos, vermuteten Giorgio de Santillana und Hertha von Dechend, ist oder war „im wesentlichen kosmologisch“ – wie in diesem Sinne das *Watchful Portrait*, wie danach der *Smoke Tree*, der seinerseits um das zentrale Motiv der dem Lauf der Sonne folgenden Bewegung kreist.

Mit anderen Worten, in eins mit dem Futurismus der Kunst im Allgemeinen wie der Gattung Medienkunst im Besonderen

realisiert *Watchful Portrait* auch das gegenstrebige Moment des Rückblicks. Das Doppelportrait, lautet dazu eine Selbstaussage des Künstlers, sei von der Figur des doppelköpfigen Janus inspiriert. Dieser, erinnert John Gerrard, „war der Gott des Tags und der Nacht, der Anfänge, der Eingänge und Tordurchgänge. Seine Doppeltätigkeit ermöglichte ihm sowohl einen Blick in die Zukunft als auch in die Vergangenheit und die Kontrolle über Veränderungen und Übergänge.“ Mythisch tingiert entfaltet die Installation den denkbar weitesten Assoziationshorizont.

Doch geht es nicht um weit entfernte Zeiten. Vielleicht hat heute zum Beispiel schon die frühe Computerkunst für uns die Qualität beinahe mythischer Ferne; mit dieser teilt *Watchful Portrait* immerhin das, was einmal „die Askese des Blicks“ im Unterschied zur Reizüberflutung durch so viele neuere Medienspektakel genannt worden ist. Oder, wie eingangs erwähnt, die Kybernetik als solche. Ihrerseits fern genug, inzwischen – und ihrerseits einst sich begründend im Ausgang von der „Beobachtung des Himmels über uns“, im Ausgang von der Astronomie. So liest man bei Norbert Wiener (wissenschaftshistorisch stark vereinfachend):

*Die Astronomie ist die älteste der Wissenschaften [...]. Die vertrauteren astronomischen Phänomene können für viele Jahrhunderte vorausgesagt werden [...].*

*Sie ist tatsächlich eine ideal einfache Wissenschaft. Schon [...] bei den Babyloniern stellte man sich vor, daß sich Verfinsterungen in regelmäßigen, vorher bestimmbaren Zyklen ereignen, die sich rückwärts und vorwärts zeitlich fortsetzen. Man vergegenwärtige sich, daß die Zeit selbst besser mittels der Bewegung der Gestirne auf ihren Bahnen gemessen werden konnte als auf irgendeine andere Art. Das Muster aller Vorgänge im Sonnensystem bildete die Umdrehung eines Rades oder einer Reihe von Rädern [...].*

*Die Lagen, Geschwindigkeiten und Massen der Körper des Sonnensystems sind zu jedem Zeitpunkt außerordentlich gut bekannt, und die Berechnung ihrer zukünftigen Lagen ist zwar im einzelnen nicht leicht, jedoch im Prinzip einfach und genau.*

Von solcher Einfachheit ist auch *Watchful Portrait*, und wenn man so sagen könnte: Es erscheint auf seine Weise ebenso „prinzipiell“. Eine Video-Präsentation des Künstlers führt dazu Folgendes aus:

*Watchful portrait „Caroline“ is a diptych in which each portrait tracks the position of the sun or the moon.*



The work consists of a 3-D portrait but derived from and textured with photographic sources. In effect it is a sort of sculptural photograph. The public have the opportunity to look around the portraits through two LCD panels which are centrally pivoted.

This looking becomes a process of investigation and of discovery.

The display object constructed in Corian plastic is an important part of the work and functions as a housing for the equipment that runs the piece and as a sculptural form in itself.

Shouldn't either the sun or the moon be present above the horizon the portrait sleeps to awake at the moment either arises. This information is supplied by two scientific algorithms which compute the position of each element in real time. A modified gaming engine and custom coding enables the overall work to function.

This piece seeks to reconfigure the portrait as both a frozen moment in time and simultaneously an ongoing process. It's important that there is no duration for the work. It is self-generating and thus need never end.

Die beiden Portraits beobachten also die Sonne und den Mond, oder genauer: Sie beobachten diese selbstredend nicht – es sind keine selbst mit Seh sinn begabten Objekte –, sondern sie verfolgen die Positionen der beiden Himmelskörper: „each portrait tracks the position of the sun or the moon“. Dies geschieht mithilfe von Algorithmen, die den Stand von Sonne und Mond jeweils „in real time“ errechnen: In Echtzeit – was heißt das?

Es heißt, dass es sich nicht um ein Planetarium älteren Datums handelt. Man hätte das auch nicht vermutet, weil die Installation ja ganz anders aussieht. Aber der Vergleich lohnt sich dennoch. Weil es im Prinzip so einfach ist, gibt es seit langem astronomische Uhren und mechanische Planetenmodelle:

Berühmt ist etwa der Turm, den Su Sung in seiner horologischen Abhandlung Hsin I Hsiang Fa Yao beschreibt. Im Jahr 1090 in der damaligen Hauptstadt des chinesischen Reichs Khaifeng errichtet, befand sich in 12 m Höhe eben ein Planetarium, das von der gewaltigen Maschinerie im Innern des Turms angetrieben wurde.

[http://www.louisg.net/mesure\\_temps4.htm](http://www.louisg.net/mesure_temps4.htm) (13.9.06)

Andere, zeitlich, geographisch und kulturell uns näher liegende Beispiele sind die nicht minder berühmte Uhr am Straßburger Münster aus dem Jahr 1574 oder andere astronomische Uhren an anderen Kirchen und Rathäusern.

[http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web\\_ph12/grundwissen/12so\\_er\\_mo/monat/uhulm.jpg](http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph12/grundwissen/12so_er_mo/monat/uhulm.jpg) (13.9.06)

Ein weiteres schönes Beispiel aus derselben Zeit ist die Planetenlaufuhr, die im Mathematisch-Physikalischen Salon der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden ausgestellt ist und „den der Uhrzeit entsprechenden Stand von Sonne, Mond, Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn anzeigt“.

[http://www.skd-dresden.de/de/museen/math\\_phys\\_salon.html](http://www.skd-dresden.de/de/museen/math_phys_salon.html) (13.9.06)

Und erwähnt sei schließlich, allein schon wegen der kühnen Bezeichnung, die Weltmaschine des Pfarrers und Rechenmaschinenkonstruktors Philipp Matthäus Hahn, 1780 – auf diese Weltmaschine wird noch zurückzukommen sein.

[www.landesmuseum-stuttgart.de/cgi-bin/hilites\\_bin/hl.php?nr=105](http://www.landesmuseum-stuttgart.de/cgi-bin/hilites_bin/hl.php?nr=105) (13.9.06)

Keiner von diesen Apparaten ähnelt äußerlich dem *Watchful Portrait*. Offenkundig ist nur die Gemeinsamkeit, dass in beiden Fällen der Lauf der Gestirne den Ablauf im Apparat bestimmt und dass diese Apparate nachbilden, wie bestimmte Himmelskörper das Blickfeld über uns queren.

Darüber hinaus gibt es aber noch eine zweite Gemeinsamkeit. Su Sung, so erzählt Herbert Heckmanns *Die andere Schöpfung* dessen Geschichte nach, wurde von seinem Kaiser zum Vizeminister ernannt, da seine Uhr die „himmlischen Bewegungen“ abzulesen erlaubte, „in denen sich auch die irdischen Geschehnisse abzeichneten“. Ähnlich dienten die astronomischen Uhren des 16. Jahrhunderts der Erstellung von Horoskopen ebenso wie einer medizinisch in Dienst genommenen Astrologie. Dieses 16. Jahrhundert war bekanntlich das Jahrhundert von Kopernikus' *De revolutionibus orbium coelestium* (1543) und einer Rekonfigurierung des Verhältnisses zwischen Astrologie und Astronomie. Man kann die eine und die andere Art der Sternenkunde nicht einfach wie Gegensätze – hier die Wissenschaft, da die Schwarze Kunst – behandeln, und wenn schon die Jahrtausende alte Mythologie als Code seriöser Astronomie zu entziffern ist, verdient zumindest die frühere Astrologie, von Astronomie ohnehin nicht streng geschieden, als ein durchaus reflektierter Versuch begriffen zu werden, die Gestirne als Code zu lesen.

Nun wirft heute niemand mehr ernsthaft (oder ernstzunehmend) einen solchen Blick in den Himmel. Das Echo einer entsprechenden Weltsicht aber kann man heraushören, wenn man die Erklärung liest, *Watchful Portrait* gehorche einem mehr oder weniger kosmischen Paradigma:

*Watchful Portrait* [so der Künstler selbst über sein Werk] repräsentiert die Abkehr von einer künstlerischen Praxis, die speziell an der Partizipation des Menschen interessiert ist und auf diese reagiert. Es basiert auf einem neuen Paradigma, wonach sich das Werk an der Welt in ihrer Gesamtheit orientiert, an einer Welt, in der die Menschheit Teil eines größeren Systems ist.

Die Wiederbelebung irgendwelcher Sternencodes ist damit freilich weder propagiert noch vorausgesetzt. Statt dessen ist nichts anderes als die Kybernetik die zwar unausgesprochene, allenfalls im Begriff des Systems konnotierte, unzweifelhaft aber in der Installation verkörperte Wissensform. Und damit sind die wesentlichen Differenzen zu bedenken, die *Watchful Portrait* – über die *appearance*, den äußeren Anblick hinaus – von den vormaligen Planetarien unterscheidet. Schon Norbert Wiener begann sein *Kybernetik*-Buch mit der Astronomie, um deutlich zu machen, dass kybernetische Funktionalität etwas ganz anderes ist als Himmelsmechanik.

Deren Muster, wie bereits zitiert, bildete von alters her „die Umdrehung eines Rades oder einer Reihe von Rädern“, und so lieferte auch und gerade die von Newton ausgearbeitete „geschlossene Mechanik“ ein Modell, das sich gegenüber der „Transformation der veränderlichen Zeit *t* in ihre Umkehrung“ invariant verhält:

Wenn wir also die Planeten filmen würden, um ein wahrnehmbares Bild ihrer Bewegung zu zeigen, und wir ließen den Film rückwärts ablaufen [oder wenn wir eben eins der gezeigten Planetarien nähmen und es in umgekehrter Richtung sich drehen ließen], so ergäbe sich immer noch, übereinstimmend mit der Newtonschen Mechanik, ein mögliches Bild der Planeten.

Dagegen rechnet die Kybernetik nicht mit der „Newtonschen reversiblen Zeit“, sondern mit der „irreversiblen Zeit“ der statistischen Mechanik, d.h. einem Begriff von Zeit, wie er, so Wiener, philosophisch von Bergson konzipiert worden sei: „Bergson betonte nachdrücklich den Unterschied zwischen der reversiblen Zeit der Physik, in der sich nichts Neues ereignet, und der irreversiblen Zeit der Evolution und Biologie, in der immer irgend etwas neu ist.“ In dieser „Bergsonschen Zeit“, sagt Wiener, lebe der Mensch – „wir sind zeitlich gerichtet, und unsere Beziehungen zur Zukunft unterscheiden sich von unseren Beziehungen zur Vergangenheit. Alle unsere Fragen und alle unsere Antworten sind gleichsam durch diese Asymmetrie bedingt“ –, und in der-



selben „Bergsonschen Zeit“ bewege sich auch „der moderne Automat“. Was also ist neu an den modernen, kybernetischen Maschinen? Worin unterscheidet sich *Watchful Portrait* von der *Weltmaschine* eines Philipp Matthäus Hahn? Inwieweit verkörpert die elektronische Installation gewissermaßen die Kybernetik selber? Zwei sehr einfache Unterschiede sind bezeichnend: erstens das Moment der Interaktivität und zweitens die Subjekt-Perspektive.

Wie Hahns *Weltmaschine* stellt die Installation die Position von Himmelskörpern dar. Aber sie nimmt dabei nicht den kopernikanischen Standpunkt ein, sonst könnte schwerlich der Lauf des Fixsterns Sonne ihr Gegenstand sein. Kopernikanisch ist die *Weltmaschine*, genauer: die beiden Planetarien links und rechts. Sie bieten dem Betrachter das Sonnensystem von außen dar [2]:

*Auf der linken Seite wird der Erdenlauf nach dem Kopernikanischen System dargestellt. Die Erde dreht sich in 365 Tagen, 5 Stunden und 49 Minuten um die Sonne, rotiert selbst in 23*

*Stunden, 56 Minuten und 4,5 Sekunden. Ihre Achse ist 23,5° geneigt [...]. Um die Erde bewegt sich der Mond und zeigt seine Phasen.*

*Auf der rechten Seite stellt sich im Zentrum die Sonne dar, um die alle Planeten mit ihren Monden kreisen. Sie bewegen sich entsprechend ihrer wahren ungleichförmigen Bewegung [...]. Die Umlaufzeiten der Planeten und auch der Monde um die Planeten sind so genau, dass sie auch in 1000 Jahren noch stimmen.*

Im Unterschied dazu folgt *Watchful Portrait* dem Mond und der Sonne sozusagen aus der Innenperspektive. Nicht genug damit, dass die Installation geozentrisch ausgerichtet ist, zeigt sie ja gar nicht die Himmelskörper selber. Sie zeigt dem sie betrachtenden Subjekt ein betrachtendes Subjekt [3] – sie zeigt das Subjekt als informiertes in jenem von Heidegger einmal betonten Sinn: Indem die Information, schrieb er, „in-formiert, d.h. benachrichtigt, formiert sie zugleich, d.h. sie richtet ein und aus.“

Denn – zweiter Unterschied zur vorkybernetischen Himmelsmechanik der

*Weltmaschine* – es ist eine interaktive Installation. Für sich allein refiguriert jedes der beiden Portraits die Urszene kybernetischer Installationen: Ob Mond oder Sonne, sie verfolgen ihr Zielobjekt wie jene von Wiener zum Anfang der Kybernetik entwickelten und von Warren Weaver dann einmal umschriebenen Vorrichtungen, „durch die eine Maschine (z.B. ein Automat, der ein Flugzeug aufspürt und dessen wahrscheinliche zukünftige Position berechnet) eine andere Maschine beeinflusst (z.B. eine Lenkwaffe, die dieses Flugzeug verfolgt)“. Vollends kommt ihr kybernetisches Wesenselement aber dadurch zum Tragen, dass sie im selben Maß auf ihre Betrachter reagieren wie ihre Betrachter auf sie. Man soll an die beiden Portraits herantreten und sie drehen und wenden, um sie von allen Seiten zu erkunden. „This looking becomes a process of investigation and of discovery“, sagt die Off-Stimme der Video-Präsentation. Ebenso erklärt der Katalogtext, mit einer wichtigen Ergänzung, die Drehung der Bildschirme erlaube dem Betrachter, um das Portrait herum



[2] Philipp Matthäus Hahn, *Weltmaschine*



zu sehen, habe jedoch „weder Einfluss auf das Portrait an sich noch auf das Werk als Ganzes“ – „this activity has no influence on the portrait or the piece as a whole“. Scheinbar seinen interaktiven Charakter widerrufend, ist damit in der Sache das genaue Gegenteil gesagt. Die beiden Portraits vermögen wie ungestört in ihrer Sonnen- und Mondanbetung zu verharren, gerade weil „das Werk als Ganzes“ jede Veränderung, die der Betrachter an ihm vornimmt, in *real time* ausgleicht: „A modified gaming engine and custom coding enables the overall work to function.“ Die Installation und ihr Betrachter sind also aneinander rückgekoppelt und damit genau jener Fall, von dem wiederum Heidegger schrieb:

*Der kybernetische Weltentwurf unterstellt vorgehend, daß der Grundzug aller berechenbaren Weltvorgänge die Steuerung sei. Die Steuerung eines Vorgangs durch einen anderen wird vermittelt durch die Übermittlung einer Nachricht, durch die Information. Insofern der gesteuerte Vorgang seinerseits auf den ihn steuernden sich zurückmeldet und ihn so informiert, hat die Steuerung den Charakter der Rückkoppelung der Informationen.*

### III. Aktivierter Code

Folglich ist – quod erat demonstrandum – das *sujet* des *Watchful Portrait* nichts weniger als dieser „kybernetische Weltentwurf“ selber. Was sonst, nimmt man den Titel der Arbeit beim Wort, beobachtet dieses Doppelporrait? Wachsam hält es Ausschau nach Sonne und Mond. Aber es kann sie doch nicht sehen. Sein in Wahrheit leerer Blick richtet sich algorithmisch nach astronomischen Daten aus. Nach außen blind, ist es rein inwendiger Beobachter und macht auf diese Weise das Unsichtbare sichtbar, zeigt Invisibilisiertes auf, läßt aufmerken auf den zugleich so vielbeschworen-offenkundigen wie unbeachtet-versteckten Code, der heute regiert. Wenn heute die *smartness* aller möglichen und unmöglichen Konsumartikel, wenn zunehmend IT-„Services“ die Medienlandschaft beherrschen, tut eine solche Erinnerung auch dringend not. Noch und zumal hinter den harmlosesten Dienstleistungen verbirgt sich das kybernetische *skandalon*, reaktiven Intelligenzen Eingang in unsere wirkliche Welt verschafft zu haben. Deren Funktionsgeheimnis – Algorithmen, Computerprogramme, Schaltkreise – ist aktivierter Code: ein Code nicht lediglich deskriptiver, sondern prozessualer Art; ein Code, der nicht nur die Welt darstellt oder



[3] Watchful Portrait mit Betrachter

beschreibt, sondern hervorbringt oder kurz: ist.

Leben, wusste Ortega, ist „eine ständige Beschäftigung mit der Zukunft“. Derselbe Ortega y Gasset prägte aber auch die Formel von der „Umstandsbedingtheit des Lebens“, vom Ich und seiner Umgebung: „yo y mi circunstancia“. Eine eher apokryphe Spurensicherung will, dass diese Formel aus Richard Avenarius' *Der menschliche Weltbegriff* stammt, doch würde es zu weit führen, dem hier auf den Grund zu gehen. So oder so ist es wohl auch die Zukunft, vor allem aber die „Umstandsbedingtheit“, was die in sich gekehrte Schau des *Watchful Portrait* reflektiert. Weniger der bestirnte Himmel – ob der Astrologie oder der Astronomie – als vielmehr der informatische Code definiert heute die Welt, in der die Menschheit „Teil eines größeren Systems“ darstellt, die „Verhältnisse“, in die (wie Flusser einmal im Anschluss an Ortegas Formel sagte) die Menschen heute „verstrickt“ sind. Elektronische Kunst hat es vermutlich generell mit dieser Verstrickung zu tun. Und wie das *Watchful Portrait* sie aufzeigt, verdient eine letzte Präzisierung.

Tatsächlich verweigert die Installation nämlich den interaktiven Umgang im mehr oder minder üblichen Sinn. Die beiden Portraits, wie gesagt, „können über zwei schwenkbare Bildschirme betrachtet werden. Eine Drehung der Bildschirme ermöglicht dem Publikum, das Porträt aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten, während es statisch in seiner Aufgabe verharrt.“ Diese Aufgabe

verleiht ihm also dieselbe Unveränderlichkeit, wie sie dem Lauf der Gestirne über die Jahrtausende eignet. Dergestalt unveränderlich aber ist es gleichzeitig interaktiv – jeden Eingriff von seiten des Betrachters sofort ausgleichend – und nicht interaktiv: Es bleibt in sich selbst gekehrt, bleibt bei seinem eigenen Tun und sonst nichts. Es handelt sich also weniger um Statik als vielmehr um Unbeirrbarkeit – und diese Unbeirrbarkeit, um es einfach zu sagen, ist schön. Durch sie eignet sich die Verstrickung.

### Bildnachweis

- [1] Bytes & Bodies. Von realen Körpern in digitalen Räumen (Ausstellungskatalog der donumenta 2006), hrsg. v. Regina Hellwig-Schmid, Regensburg 2006, S. 42.
- [2] Philipp Matthäus Hahn 1739–1790. Ausstellungskatalog, Stuttgart 1989, Bd. I, Tafel 13 (Legende: S. 393).
- [3] *aminima* 15/2006: Digital Transit, S. 83.

### Literatur

- Ars Electronica: Facing the Future – A Survey of Two Decades, edited by Timothy Druckrey with Ars Electronica, Cambridge, Mass. – London 1999
- Bernhard J. Dotzler, *L'Inconnue de l'art. Über Medien-Kunst*, Berlin 2003.
- John Gerrard, *Watchful Portrait*, in: *aminima* 15/2006: Digital Transit, S. 78–82.
- Giorgio de Santillana/Hertha von Dechend, *Die Mühle des Hamlet*, Berlin 1993.



Kenneth Hanshew · Walter Koschmal

# Der doppelte Václav

## Tschechische Euroskeptiker und Eurooptimisten

„forost“ bedeutet „Forschungsverband Ost- und Südosteuropa“. „forost“ hat als einer der bayerischen Forschungsverbünde zwischen 2001 und 2008 gearbeitet. Fragen von Wandel und Kontinuität in den Ländern Ost- und Südosteuropas, besonders mit dem Blick auf die Erweiterung der Europäischen Union standen dabei im Mittelpunkt. Durch die Erforschung von Bedingungen und Auswirkungen der Transformation im östlichen Europa wurden Grundlagen für konkrete wirtschafts-, sozial- und kulturpolitische Entscheidungen geschaffen. Zuletzt (2006–2007/08) wurde zum Dachthema „Europa als Aufgabe: Grenzen und Chancen von Erweiterung und Vertiefung der EU“ geforscht.

Der fiktive Genius Jára Cimrman ist das Kind der tschechischen Humoristen Zdeněk Svěrák, Ladislav Smoljak und Jiří Šebánek, die im Jahre 1967 das Jára-Cimrman-Theater gründeten. Die Schauspieler des Theaters spielen die Rolle von Wissenschaftlern – Cimrmanologen –, die in jedem Stück neue Funde und Entdeckungen über Cimrmans erstaunliche Erfindungen und merkwürdiges Leben vorstellen. Die große künstlerische Begabung seiner Erfinder, die in zahlreichen Theaterstücken, Kurzgeschichten und Filmen zur Geltung kommt, hat – laut aktueller Umfragen – Cimrman zum größten Tschechen aller Zeiten gemacht, obwohl den Tschechen durchaus bewusst ist, dass Cimrman nie existiert hat.

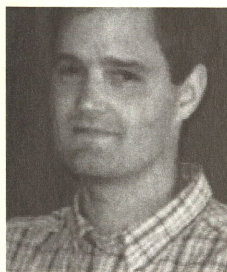
EU-Erweiterungskommissar Günter Verheugen kommentierte die Einstellung der Tschechen zur Europäischen Union vor der EU-Erweiterung so: „Wenn es einen Nobelpreis für Skeptizismus gäbe, würden ihn die Tschechen jedes Jahr bekommen.“ Werden diese Worte auch häufig zitiert, bleiben doch Spezifik und Zielrichtung des tschechischen Skeptizismus unklar.

Grundsätzlich nimmt er zweierlei Gestalt an. Zum einen gilt er der aktuellen Realität der Europäischen Union, vor allem ihrer unübersichtlichen Bürokratie. Diese verständliche Kritik findet sich auch in anderen Mitgliedsstaaten – ohne schwerwiegende Folgen. Zum anderen kommt es zu einer viel ernster zu nehmenden Skepsis gegenüber dem Projekt eines gemeinsamen Europa. Dieser Skeptizismus zeitigt hingegen sehr wohl Folgen. Zwischen EU-feindlichen und antieuropäischen Diskursen muss aber klar differenziert werden. Diese Differenzierung war ein wesentliches Ziel des diesen Ausführungen zugrunde liegenden Forschungsprojekts.

Die Wissenschaftler von „forost“, die in der dritten und letzten der jeweils zweijährigen Förderphasen kooperierten und die Wandlungsprozesse der vergangenen eineinhalb Jahrzehnte im östlichen Europa analytisch begleiteten, machen u.a. deutlich, dass ihr Gegenstand ehemals Gesellschaften des öffentlichen Misstrauens waren. Mögen auch wirtschaftliche, politische und rechtliche Wandlungen vergleichsweise schnell vonstatten gehen, so wirken diese meist nur an der Oberfläche.

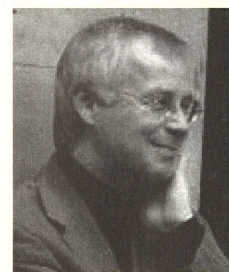
Mehr als sechs Jahre arbeitete der bayerische „Forschungsverband Ost- und Südosteuropa“ („forost“) vor allem auf der Achse Regensburg–München. Ende Januar 2008 wurden die Forschungen der Öffentlichkeit in der Bayerischen Akademie der Wissenschaften vorgestellt. Der folgende Text, dialogisch-theatralisch inszeniert, ist der Versuch einer etwas anderen Präsentation von Forschungsergebnissen.

Die Wissenschaftler von „forost“, die in der dritten und letzten der jeweils zweijährigen Förderphasen kooperierten und die Wandlungsprozesse der vergangenen eineinhalb Jahrzehnte im östlichen Europa analytisch begleiteten, machen u.a. deutlich, dass ihr Gegenstand ehemals Gesellschaften des öffentlichen Misstrauens waren. Mögen auch wirtschaftliche, politische und rechtliche Wandlungen vergleichsweise schnell vonstatten gehen, so wirken diese meist nur an der Oberfläche.



Dr. **Kenneth Hanshew**, geb. 1969 in Nebraska (USA). Studium der Slavistik und Germanistik in den USA und Regensburg. Seit 2004 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter im Elitestudiengang „Osteuropastudien“ an der Universität Regensburg und im Forschungsverbund FOR-OST.

**Forschungsgebiete:** Tschechische, russische und polnische Literatur; Filmstudien; literarische Utopien und Science-Fiction; komparatistische Literaturwissenschaft.



Prof. Dr. phil. **Walter Koschmal**, geb. 1952 in Plattling. Studium der Slavistik, Germanistik und Geschichte in München. 1990 Professur an der Universität des Saarlandes, seit 1994 Lehrstuhl für Slavische Philologie (Literaturwissenschaft) an der Universität Regensburg. Leiter des Europa- und Ost-West-Zentrum der Universität Regensburg.

**Forschungsgebiete:** Russische Literatur des 19. und 20. Jahrhunderts; altrussische Literatur; polnische, tschechische, sorbische und bulgarische Literatur; Volksliteraturen.



che der Gesellschaften des östlichen Europa. Wirtschaftliche und politische Praxis, Rechtsempfinden und rechtliches Handeln stehen oft in Kontrast, ja in Widerspruch zu vielen aus dem westlichen Europa und der EU importierten Normen, wenngleich auch dort ganz unterschiedliche Werte favorisiert werden. Auch der EU-Beitritt überfordert viele. Abhilfe kann wohl nur langfristig geschaffen werden. Dazu muss eine Kontinuität des Vertrauens aufgebaut und eine beständige grenzüberschreitende Diskussion über Werte geführt werden. Nur so lässt sich der Wandel in Kontinuität überführen, lassen sich europäische Gemeinsamkeiten als solche tief verankern.

Im Rahmen der dritten Förderphase von „forost“ haben der Projektleiter Prof. Dr. Walter Koschmal und sein Projektmitarbeiter Dr. Kenneth Hanshaw (beide: Slavische Philologie) Forschungen zu „Antieuropäischen und EU-feindlichen Diskursen in der Tschechischen Republik“ angestellt. Vor allem Dr. Hanshaw hat zunächst die aktuellen Diskurse der Europaoptimisten und der Europaskeptiker in der tschechischen Publizistik, in Leserforen im Internet, im Film und in Karikaturen der letzten Jahre untersucht, wobei das Material regelmäßig aktualisiert wurde. Dabei wurden hochgradig standardisierte Rede- und Bildgenres zu Europa und zur EU betrachtet, die – wie auch Stereotypen – den Menschen Orientierung in der Kommunikation, insbesondere Orientierung in grundlegenden Umbruchsituationen erlauben.

Die Materialanalyse zeigt, dass nicht die vorfindlichen Tatsachen von Europa und der EU im innertschechischen Dialog entscheidend für deren Wahrnehmung und Bewertung sind. Vielmehr sind diese Diskurse von bereits vorhandenen Vorstellungen geprägt, also von Stereotypen, die es erlauben, sich mit den Tatsachen nicht mehr auseinanderzusetzen zu müssen. Die EU wird dabei in negativ konnotierte historische Zusammenhänge wie die Habsburger Monarchie, den Nationalsozialismus und den Sowjetkommunismus gestellt. Ein Vergleich mit den Diskussionen unmittelbar nach der politischen Wende Anfang der 1990er Jahre zeigt, dass der zu dieser Zeit für die tschechische Identität noch so wichtige mitteleuropäische Rahmen an Bedeutung verloren hat. Das damals herrschende Desinteresse an den Realien der europäischen Wirklichkeit wurde zu jener Zeit so sehr von Demokratieeuphorie und Euroenthusiasmus überdeckt, dass sich dies aus heutiger Sicht als Nährboden für einen



[1]

unter Tschechen weit verbreiteten, wenn auch aktuell nachlassenden Euroskeptizismus erweist.

Deutlich wird auch, dass alte, dauerhafte deutsch-tschechische nationale Stereotypen und „nationale Sammelfiguren“ – wohl mit Ausnahme Švejs – nach und nach von europäischen Mischfiguren massive Konkurrenz erhalten: Der tschechische Wenzel/Václav ist nun kein dumm-dreister, randalierender, ewig unzufriedener Bauerntölpel mehr – wie noch in den national geprägten Karikaturen um 1900 –, sondern – wie im folgenden, von Kenneth Hanshaw verfassten Dialog zu sehen ist – ein doppelter, wenngleich in sich bis zum Zerreißen gespannter Europäer. Uns hat er – auch wenn es im Weiteren nicht um Heilige geht – auch an so manchen lebenden Václav erinnert, an den doppelten Nepomuk von Schönsee, der mit der einen Seite nach Böhmen, mit der anderen in das westliche Europa blickt. Nepomuk ist ebenso böhmischer wie bayerischer Landespatron.

Walter Koschmal

### Der doppelte Václav

*Vielen Dank, meine Damen und Herren, dass Sie alle erschienen sind. Es überrascht mich natürlich nicht im Geringsten, dass ich, Václav der Eurooptimist, eingeladen wurde. Wer könnte auch die tschechische Haltung zu Europa und zur europäischen Integration besser erläutern!? Wir Tschechen haben immer schon das Herz Europas gebildet! Ja, unser Mitteleuropa stellt in gewisser Weise ein kleines Erz-Europa dar: denn bei uns finden alle europäischen Entwicklungen und Kulturen auf kleinstem Raum zusammen. Der lange Kampf gegen die nicht-europäischen, halbasiatischen Besatzer aus dem Osten hat uns ein besonderes Verständnis des Europäischen gelehrt. Das unterscheidet uns wahrlich wohlthuend vom russischen Osten ebenso*

*wie von den Konsum verfallenen westlichen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union. Nirgendwo wird über Europa so heftig diskutiert, ja gestritten wie in unserer Tschechischen Republik.*

Von wegen „heftig diskutiert“. Es geht doch um etwas ganz anderes: Diese postdemokratische Zentralmacht in Brüssel versucht unsere Bevölkerung mit einer Werbekampagne, deren finanzielles Polster jede Vorstellung sprengt, für sich zu gewinnen. Auf der Strecke soll dabei unsere eigene nationale Identität bleiben. Deshalb finde ich es gut, dass auch ich, Václav der Eurorealist – manche nennen mich auch „Euroskeptiker“ – eine Einladung bekommen habe. Sonst würden Sie, verehrte Gäste, am Ende gar noch glauben, alle Tschechen würden das für bare Münze nehmen, was die Brüsseler Propaganda so behauptet.

*Lassen Sie sich bloß nicht von diesem populistischen Gerede meines Landmanns verwirren! Wir Tschechen glauben nicht nur an Europa, wir haben eigentlich sogar die Idee des Eurooptimismus erfunden. Denken Sie nur an den großen tschechischen Humanisten Jan Amos Komenský: Schon er setzte sich für Werte ein, die heute in allen Ecken Europas als unsere „gemeinsamen europäischen Werte“ gefeiert werden. Komenský war es auch, der schon vor mehreren hundert Jahren eine konkrete Vorstellung von der Zusammen-*



[2]





[3] Das Tor der Europäischen Union ist offen. Wer eintritt, wird wahnsinnig. Eine Infobroschüre für Gläubige.

arbeit vieler Völker, ja, der selbst eine Vorstellung von einer Europäischen Union hatte. Aber er ist nicht der einzige große tschechische Europäer! Vor nicht allzu langer Zeit hat ein Gremium international führender Wissenschaftler bisher unbekannte Dokumente ans Licht befördert, aus denen die herausragende Rolle des tschechischen Gelehrten und Erfinders Jára Cimrman für Europa zweifelsfrei hervorgeht.

Auf die Frage, ob Cimrman der Vater der Europäischen Union sei, antwortete der Cimrmanologe Zdeněk Svěrák, die Frage bedürfe einer weiteren Untersuchung, aber schon jetzt sei absehbar, dass man sie bejahen werde. Diese Meinung scheint auch die tschechische Botschaft in Brüssel zu teilen, vor der am 7. Oktober 2006 ein Abdruck von Jára Cimrmans rechtem Fuß enthüllt wurde. Damit sollen seine besonderen Verdienste um Europa gewürdigt werden.

Auf welche Weise hat dieses tschechische Genie zur europäischen Integration beigetragen? Jára Cimrman ist ein typisch mitteleuropäisches Phänomen. Als solches hat er sein Böhmen für die Mitte, das Herz Europas gehalten (wie könnte es auch anders sein?) Cimrman erblickte in Havlíčkův Brod, damals Deutsch Brod, das Licht der Welt. Dies blieb auch sein Lebensmittelpunkt, doch lernte er von hier aus die weite Welt kennen. Deshalb konnte er auch ganz genau zwischen dem unterscheiden, was noch Europa ist, und dem, was mit Sicherheit nicht mehr Europa ist. Cimrman hegte einen fast kindischen Glauben an die europäische Zivilisation und an den Fortschritt. Eine im Jahre 1976 entdeckte, bisher aber unveröffentlichte Kritik Cimrmans an der Habsburger Monarchie offenbart die ausgeprägt europäische Gesinnung dieses tschechischen Genies, das schon Anfang des 20. Jahrhunderts von einer Union Europas schreibt. Es besteht kaum ein Zweifel, dass diese Schrift nach 1945 in die Hände eines gewissen Schuman geriet und ...

Hören Sie auf mit dieser Komödie! Sie wissen sehr gut, dass Jára Cimrman nur die Erfindung einiger tschechischer Humoristen ist. Er ist doch keine wirkliche, keine historische Persönlichkeit. Daran können wohl weder das Denkmal, das man ihm in Brüssel gesetzt hat noch die so genannten wissenschaftlichen Konferenzen irgendetwas ändern. Diese Geschichten sind doch nur Seifenblasen; dieselben Seifenblasen wie die hoch gepriesenen „europäischen Werte“ und dieser scheinbar allerhöchste, himmlische Segen für die EU. Damit wollen sie doch alle nur blenden! Zum Glück gibt es wenigstens einige, die das auch erkannt haben. Verheugen als Gott! Das ist die wahre göttliche Komödie!

Ja, Václav, Cimrman ist eine fiktive Gestalt. Vielleicht ist er sogar jener imaginäre, natürlich positive tschechische Volksheld, der diesen widerwärtigen Švejk endlich ablöst. Der kämpft ja auch nur gegen jedes erdenkliche System. Aber dennoch: In der jüngsten Umfrage nach dem größten Tschechen aller Zeiten gehörte Cimrman zu den zehn Kandidaten mit den meisten Stimmen! Also halten wir Tschechen ihn doch für ein Vorbild, das wie selbstverständlich in einer Reihe mit Jan Hus, Tomáš Garrigue Masaryk und Jan Amos Komenský genannt werden kann. Die Tschechen glauben einfach an seine Ideen. Von so viel Vertrauen und Glaubwürdigkeit können die meisten – tatsächlich – lebenden Politiker nur träumen!

Sehen Sie! Das sind doch reine Phantasien einiger weniger intellektueller Humoristen! Sie nehmen doch diese Debatte nicht wirklich ernst, sonst würden Sie mit Tatsachen und nicht mit Hirngespinnsten argumentieren.

Komenský ist aber doch wohl keine fiktive Figur, Václav!? Oder haben Sie die Geschichtsstunde in der Schule ein paar Mal zu oft geschwänzt?

Von Ihnen lasse ich mich wahrlich nicht über tschechische Geschichte belehren! Ich weiß sehr wohl, dass Komenský – oder soll ich ihn doch lieber lateinisch-europäisch Comenius nennen – von einem Europäismus träumte. Aber das müssen Sie doch in einem angemessenen historischen Kontext sehen und nicht so einseitig interpretieren, wie Sie das tun. Comenius war nicht nur Europäer! Komenský hat sich auch für die tschechische Sprache eingesetzt. Er hat darauf bestanden, dass alle Tschechisch und nicht Latein, damals

so etwas wie unser heutiges Englisch, von klein auf lernen. Die Europäische Union verlangt aber das Gegenteil! Komenský ging es darum, die nationale Identität zu wahren. Außerdem sollten Sie nicht vergessen, mein lieber Václav: Komenský hat auch noch vor der Gründung der Nationalstaaten geschrieben, die schließlich im Dienst der vielen Identitäten stehen. Würde Komenský heute sehen, welche wichtige Rolle dem tschechischen Staat für die Erhaltung unserer tschechischen Identität zukommt, dann wäre er wohl der letzte, der fordern würde, diesem Staat Kompetenzen zu entziehen.

*Sie überraschen mich doch immer von Neuem mit ihren wahrlich denkwürdigen Re- und Neuinterpretationen unserer Geschichte. Im Übrigen kann ich dieses Gummiwort „Identität“ wirklich nicht mehr hören! Ersparen Sie es mir, bitte!*

Gummiwort! Sie meinen, Sie können mich rein sprachlich nicht verstehen?! Und das sagt einer, der sich der Geheimsprache der europäischen Bürokraten bedient, die sowieso niemand versteht, einschließlich ihrer Sprecher.

*Mein lieber Václav, fangen Sie bitte nicht wieder an, Ihre Hirngespinnste von einer Verschwörung zu verbreiten, Sie ewiger Euroskeptiker!*

Euroskeptiker? Ich bin Eurorealist, ein Realist, der sieht, wie sich die Befürworter der EU und der europäischen Integration zu einer Sprache versteigen, die für meinen Geschmack allzu sehr an die frei erfundene Sprache einer dystopischen Welt erinnert: nämlich an die Welt von George Orwells 1984. Nicht nur ich, sondern auch andere bezeichnen diese Sprache als „Eurospeak“. Dieser unverständliche „Eurospeak“ soll eine Mehrheit der Menschen aus der Kommunikation ausschließen. Er zielt lediglich darauf ab, alle und jeden zu betrügen. Ich meine damit gar nicht dieses verwirrende Jägerlatein, das einfach niemand versteht: Denn wer weiß denn schon, dass man mit dem Wort „Komodalität“ nichts anderes als verschiedene Transportmittel meint? Was ich damit im Auge habe, ist vielmehr eine bewusste Strategie, mit der diese Herrschaften ein Schwarz-Weiß-Bild von der Welt zeichnen. Für Sie gibt es eben nur Europäer und Gegner von Europäern, also Euroskeptiker: es gibt also die Guten und die Bösen. Sie nehmen überhaupt nicht zur Kenntnis, dass es ein breites, buntes Spektrum von Gegnern der EU oder der europäischen Integration gibt. Aber wie sollten



Sie auch? In ihren EU-Hymnen und Oden an die Freude mit ihrer EU, in all ihren „wissenschaftlichen Untersuchungen“ machen sie sich ja nicht einmal die Mühe, zwischen den Begriffen „EU“ und „Europa“ zu unterscheiden. Ja, diese Expansionisten nennen sogar die Fahne der EU die „europäische Fahne“. Flattert sie etwa auch in der Schweiz oder in Norwegen?

*Nein, aber... Ach, das ist einfach nur Haarspalterei! Das sind lediglich sprachliche Gepflogenheiten. Es wäre einfach viel zu umständlich, ständig zwischen „EU“ und „Europa“ zu unterscheiden. Jeder weiß doch, wie er das zu verstehen hat.*

Oder man versteht das so, wie Sie das verstanden haben wollen. Denn durch diese Sprache diskreditieren sie die Opposition. Sie setzen nämlich ihrem so großartigen Projekt eines gemeinsamen Europas, ihrem Europäismus, ein ganz und gar provinzielles Tschechentum entgegen. Jeder versteht doch dabei, was die vermeintlich richtige Einstellung ist. So treiben die Mächtigen ihre Politik voran. Meinungen von Kritikern werden gerne als unangemessen abgetan. Das heißt, es sind nicht nur falsche Meinungen, nein, das ist noch schlimmer: Denn mit unangemessenen Meinungen muss man sich gar nicht erst auseinandersetzen. Stellen Sie sich vor, damit ist in der EU selbst Orwells Gedankenpolizei völlig überflüssig.

*Jetzt gehen Sie aber wirklich zu weit in ihrem Zynismus. Die Europäische Union unterstützt wahrlich viele Maßnahmen, um die Bevölkerung der neuen Mitgliedsstaaten darüber aufzuklären, welche Rechte, welche neuen Möglichkeiten und Vorteile sie durch ihre Mitgliedschaft in der EU haben. Sollten Sie gerade keine der vielen entsprechenden Broschüren zur Hand haben, dann genügt ein Blick ins Internet: Die Internetpräsenz der EU erlaubt es ihnen, sogleich jede auch nur denkbare Information zu erhalten. Das nenne ich Transparenz! Davon könnte sich die tschechische Regierung wahrlich ein Stück abschneiden! Sie brauchen nur an die große EU-Aufklärungskampagne vor dem Beitritt zu denken. Da hat doch eine überwältigende Mehrheit der Tschechen sogleich erkannt, wie sehr sie von dem EU-Beitritt profitieren werden. Deshalb haben sie auch für den Beitritt gestimmt.*

In diesem Fall können Sie aber wahrlich nicht von einer „überwältigenden Mehrheit“ sprechen. Die Wahlbeteiligung war außerdem äußerst niedrig.



[4] Josef Švejk- unser Kandidat für das Europaparlament! Josef, sag ihnen, wo's langgeht!

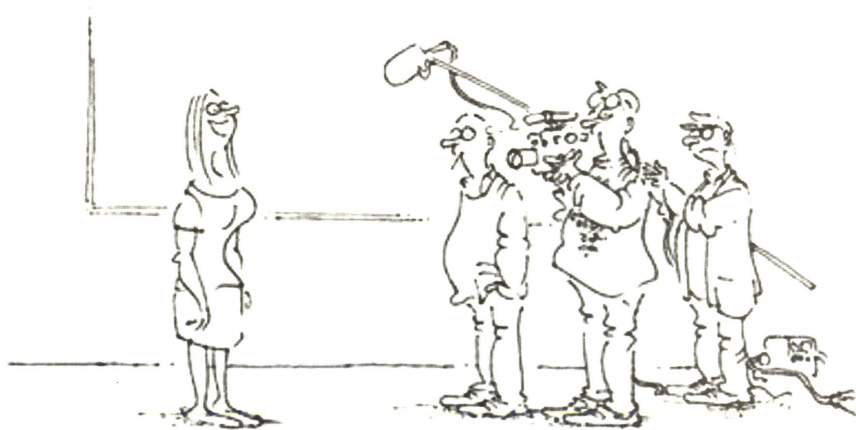


[5] Hier hast du die falsche Adresse geschrieben. Big Brother ist von Moskau nach Brüssel umgezogen.



[6] Ja, dann vielen Dank für Ihr Euroblah-blah-blah.





Z BOŽNÚJ! EVROPSKOU UNII, S JEJÍ HEBKOSTÍ, SVEŽESTÍ A BÉLOSKVOUCÍ VŮNĚ ROZKVEČE LOKY.

[7] Ich liebe die Europäische Union. Sie ist so geschmeidig, frisch und hat den strahlend weißen Duft blühender Wiesen.



BYL JSEM PŘI OBLÉHÁNÍ LA ROCHELLE, ZNÁSILNOVAL JSEM SEVERÁNKY, VĚŠEL SEDÁKY U BRUSELU, POSTŘELIL MĚ U LANDSHUTU, PROPICHL JSEM VALDŠTEJNA V CHEBU, NE, MNĚ NIKDO NEBUDE NIC VYKLÁDAT O NOVÉM EVROPAŇSTVÍ.

[8] Ich war bei der Belagerung von La Rochelle, ich habe Nordländerinnen vergewaltigt, Bauern in Brüssel gehängt; ich wurde in Landshut angeschossen, habe Waldstein in Eger erstochen. Also niemand wird mir den neuen Europäismus erklären.

*Dennoch war es eine Mehrheit, und die hat sich für Europa entschieden. Also ein Sieg!*

Wenn Sie die Gleichgültigkeit der einen als Sieg der anderen bezeichnen wollen, dann haben Sie wohl Recht. Aber nebenbei: Sie verwechseln schon wieder die EU mit Europa, mein lieber Václav. Im Übrigen, wen wundert es, dass eine sehr knappe Mehrheit doch für den Beitritt gestimmt hat! Schließlich wurden wir die Wochen vor der Abstimmung von einer EU-Propaganda-Flut überschwemmt, die uns an die wenig guten alten Zeiten der totalitären UdSSR erinnert hat. So mancher hat dies auch erkannt und diese Gehirnwäsche aufgedeckt.

*Ihre Vorwürfe kann ich nicht so recht verstehen! Bedenken Sie doch, wie es der Min-*

*derheit der Roma erst mit dem EU-Beitritt gelingen konnte, sich gegen ihre in der Tschechischen Republik wahrlich verbreitete Diskriminierung zu wehren. Dank der Informationspolitik der EU haben sie überhaupt zum ersten Mal von ihren Rechten erfahren und konnten sogar noch davon Gebrauch machen! Aber das dürfte Sie, lieber euroskeptischer Václav, in Ihrem Gefühl von nationaler Identität sicher gestört haben, nicht wahr?*

So ein Unsinn! Ich wage es lediglich zu bezweifeln, dass einige Beamte im weit entfernten Brüssel sich ein einigermaßen richtiges Bild von der Lage dieser Minderheiten machen können.

*Ach so. Aber wenn Sie schon von einem richtigen Bild sprechen, muss ich mich fra-*

gen, was Sie für Bilder zeigen. Denn letztlich sind das nur Karikaturen, d.h. sie verzerren die Wirklichkeit! Wie in jedem Land bringen sie den Frust der Menschen zum Ausdruck, immerhin tun sie das auf eine recht unterhaltsame Weise. Wenn Sie ein wenig mehr über Ihren eigenen Teller rand blicken würden, dann könnten Sie in anderen europäischen Ländern ganz ähnliche Comics finden.

Ich bin nicht so „illiterat“ wie Sie mir unterstellen, mein lieber eurooptimistischer Václav. Finden wir denn solche Karikaturen auch in den großen Zeitungen in Deutschland? Oder in Frankreich? In Belgien? Nein, nein und wieder nein. In der Tschechischen Republik, und nur hier, sind die fragwürdige Politik der EU und die europäische Integration ein Thema, das jeden angeht, von dem sich jeder betroffen fühlt, auch wenn er darüber lachen sollte; zumindest vorerst erlaubt uns die EU das Lachen ja noch. Unsere ganz besondere Geschichte lässt uns eben den viel gepriesenen Europäismus etwas nüchterner sehen als Sie das tun.

Jetzt zeigen Sie schon wieder diese Karikaturen Ihres Freundes Vladimír Renčín. Setzen Sie sich doch vorher lieber einmal kritisch mit unserer Geschichte, mit unserer europäischen Geschichte auseinander. Wenn man Ihnen zuhört, könnte man meinen, Sie wollen bestreiten, dass die Tschechische Republik überhaupt noch zu Europa gehört.

Nein, das möchte ich nicht. Aber wie fast immer bei solchen Fragen, ist es wenig hilfreich in Kategorien von gut und böse zu denken.

*Aber das tun Sie doch eben gerade selbst: Denn Sie selbst predigen doch den Liberalismus und preisen den Nationalstaat als das höchste...*

Ehmm...

Ach Václav... Sie und Ihresgleichen kritisieren den Europäismus als eine Art Metaideologie. Sie glauben doch tatsächlich, diese vermeintliche Ideologie sei so totalitär wie die des Kommunismus. Und dabei propagieren Sie Ihre eigene Ideologie, den Liberalismus! Warum sollte diese Ideologie dem Europäismus überlegen sein? Schließlich gilt: Je mehr Köpfe, desto mehr Verstand. Gemeinsam ist Europa eben stärker! Denken Sie doch nur an Ihre nationale Privatisierung: Das war doch wirklich ein Fiasko. Davon hat sich die tschechische Wirtschaft



wahrlich lange erholen müssen... Der Versuch, einen tschechischen Sonderweg einzuschlagen, ist doch wohl nicht nur in diesem Fall gescheitert. Ihre antieuropäische Politik ist äußerst gefährlich, denn sie führt die Tschechen in die Isolation. Europa kommt ohne uns ganz gut zurecht, wir aber nicht ohne Europa.

Also Sie sind entweder mit oder gegen uns... wieder eine solche Schwarz-Weiß-Malerei. Die Angelegenheit ist doch wohl um einiges komplizierter. Selbst die große Mehrheit der Eurorealisten, die Sie ja so gerne als Euroskeptiker beschimpfen, unterstützen doch die Idee der Zusammenarbeit mit anderen Staaten. Wir sind uns doch darin einig, dass wir alle von gemeinsamen wirtschaftlichen Unternehmungen profitieren können. Schließlich verlangt die wachsende Konkurrenz auf dem globalisierten Markt von uns, dass wir neue Bündnisse schließen und alte Handelsbeziehungen erneuern. Wir sind schon für dieses „Europa“!

*Na endlich! Haben Sie also doch ein Einsehen!?*

Nicht ganz so schnell, nicht dass Sie mich falsch verstehen. Das, was ich beschrieben habe, hat nicht das Geringste mit der Metaideologie dieser Europäisten zu tun. Die Zusammenarbeit, die ich meine, ist nur eine logische Konsequenz aus der Globalisierung. Das aber heißt, dass wir starke Partner auch jenseits der Grenzen der EU suchen.

*Aber das eine schließt doch das andere nicht aus!*

Das sehe ich aber ganz anders. Denn unsere Vorstellung von einer Föderation der Nationalstaaten, die in ihrem ureigenen Interesse kooperieren, steht der Vorstellung von einem gemeinsamen Europa diametral entgegen. Das Wort vom gemeinsamen Europa ist bloße Rhetorik. Begriffe wie „Europa“ und „europäisch“ sind ohne Inhalt und völlig unbrauchbar. Denn Europa lässt sich weder geographisch noch kulturell bestimmen. Und von einer gemeinsamen europäischen Geschichte zu sprechen, das ist ja geradezu absurd. Vielmehr ist die Geschichte Europas eine Geschichte der Auseinandersetzungen und der Konflikte. Da ist nichts, worauf sich eine zentralistische Gesamteuropäische Regierung stützen könnte, nichts, wie verzweifelt sich die EU auch bemüht, was diese EU legitimieren könnte.



[9] Es ist besser, sich Europa anzuschließen, als dass uns Europa anschließt.

*Sie wollen doch damit nicht behaupten, dass es Europa nicht gibt? Wir leben und reden also hier in irgendeinem luftleeren Raum?*

Europa, eine gemeinsame europäische Geschichte existiert nur als Idee, nicht aber in der Wirklichkeit. Und die berühmt-berüchtigten europäischen Werte? Oder die europäische Identität? Wie Sie das auch drehen und wenden: Heute und in Zukunft herrscht alleine die nationale Identität. Fragen Sie doch einfach irgendjemanden auf der Straße, fragen Sie so viele Sie wollen, ob sie stolz auf ihre Identität sind. Und die Antwort wird immer lauten: Ja, ich bin stolz, nämlich ein Tscheche zu sein. Vielleicht antworten auch einige mit „nein“. Ich habe aber größte Zweifel, dass irgendjemand sich brüstet, ein Europäer zu sein.

*Dieses Mal irren Sie sich aber gründlich. Werfen Sie doch nur einmal einen Blick auf das Eurobarometer! Dort können Sie ganz klar ablesen, dass sich die meisten Tschechen als Europäer fühlen!*

Es tut mir leid, lieber Václav, da täuschen Sie sich: Sie müssen eine Frage nur auf die richtige Weise stellen, um die Antwort zu bekommen, die Sie hören wollen. Das hat man beim Eurobarometer getan! Außerdem werde ich mich hüten zu behaupten, die Tschechen seien keine Europäer. Ich behaupte lediglich, dass ihnen die tschechische Identität, ihr Hemd, näher ist als

die europäische Jacke! Im Übrigen ist mir dieses Gefasel von einer europäischen Identität sowieso höchst suspekt. In den letzten Jahren zeichnet sich eine klare Tendenz ab, „europäisch“ nicht nur als ein Synonym für „positiv“ zu sehen. Nein, viel schlimmer: „europäisch“ ist geradezu zum Schlüsselwort eines europäischen Nationalismus geworden. Damit will man aber vor allem den vermeintlich gefährlichsten Konkurrenten Europas ausgrenzen. Ich meine die Vereinigten Staaten von Amerika. Allzu oft wird Europäismus mit Antiamerikanismus gleichgesetzt. Angesichts der tschechischen Geschichte ist das einfach unannehmbar!

*Was bitte sollten denn die USA jemals für Tschechien getan haben? Sie sind weder der größte Handelspartner noch haben sie sich dazu durchringen können, für ihre*



[10] Europa braucht Dich! Auch DU sollst in die Armee der EU eintreten. Auch DU sollst in einem Präventivkrieg gegen die USA für Freiheit und Demokratie kämpfen.



*treuen Verbündeten die Visumpflicht abzuschaffen.*

Dann stelle ich eine andere Frage: Was hat denn dieses Europa je für uns getan? Die Geschichte Mitteleuropas zumindest ist nur von den deutsch-österreichischen und französischen Bemühungen geprägt, Europa durch Zentralisierung zu vereinen und schließlich zu dominieren. Frankreich und Deutschland, dieser Kern der neuen EU, setzen diese Politik doch nur fort. Andererseits hat sich der Gründer der ersten tschechoslowakischen Republik, T.G. Masaryk nicht nur für eine U.S.-Amerikanerin begeistern können und sie geheiratet, er hat sich auch für amerikanische demokratische Traditionen begeistert, für deren pluralistische Entscheidungen. Ohne die USA und die Verträge in Cleveland hätten wir 1918 unseren Staat nicht bekommen! Prags Hauptbahnhof heißt nicht zufällig Wilson-Bahnhof; er heißt aber nicht Bismarck-Bahnhof. Die Vereinigten Staaten haben eine zentrale Rolle für die demokratische Entwicklung Europas gespielt und spielen sie noch heute durch die Erweiterung der NATO, die so viele Jahre den Frieden sichern konnte. Churchill behauptete 1945, die europäische Demokratie sei von der Schlüsselrolle der amerikanischen Demokratie nicht zu trennen. Daran hat sich heute nichts geändert. Diese Brüsseler Zentralisierung – die so genannte Europäisierung – bedeutet lediglich eine Abwendung von tschechoslowakischen demokratischen Idealen amerikanischer Prägung. Sie bedeutet aber auch eine Annäherung an altbekannte, kontinentale nichtdemokratische Traditionen. Miloslav Bednář hat wohl gar nicht so Unrecht, wenn er die EU als „Gefängniswärter der Nationen“ bezeichnet, und so an Österreich-Ungarn erinnert. Mich trösten einzig und allein Worte František Palackýs: „Wir waren hier vor der Europäischen Union, und wir werden auch nach ihr hier sein“. Natürlich hatte Palacký noch von Österreich gesprochen.

*Also jetzt gehen Sie aber endgültig zu weit. Sie sprechen schon mit der Stimme einer gesellschaftlichen Randgruppe. Die meisten Tschechen sehen das völlig anders. Sie erzählen Witze über die Amis und sind schlichtweg der Überzeugung, dass ihnen die EU-Mitgliedschaft Vorteile bringt.*

Ich kenne sehr wohl diesen Sinn für Humor bei den Altkommunisten und diesen selbsternannten Eliten, auch die Ergebnisse des Eurobarometers. Warum ver-

schweigen Sie aber, dass in derselben Umfrage nur etwa ein Viertel der Befragten die Überzeugung äußert, sie hätten in Brüssel eine Stimme? Stattdessen beschreiben sie diese Politik als Politik „über uns ohne uns“. Warum wohl?

*Das sind doch nur irgendwelche sprachlichen Stereotypen!*

...durch die aber jeder geschichtskundige Tscheche sofort an das Münchner Abkommen von 1938 erinnert wird.

*Sie bedienen sich solcher völlig irrationaler Stereotypen, um Menschen Angst zu machen, weil Sie sonst keine Argumente haben.*

Und Sie, Sie malen ein viel zu positives Bild von der Aufnahme in die EU und der Einstellung der Tschechen zur europäischen Integration. Selbst diejenigen, die an EU-Thanasie glauben, wie Tomáš Halík und Petr Pithart, sehen ein, dass die Zweifel an diesen Projekten weit verbreitet und historisch verwurzelt sind.

*Sie berufen sich gern auf die Geschichte und auf den Nationalstaat, lieber, ach so realistischer Václav. Was Sie aber nicht bedenken ist, dass auch der Nationalstaat seine Geschichte hat. Als Komenský schrieb, gab es weder „die Deutschen“ noch „die Tschechen“ oder „die Polen“, obwohl es ihre Sprachen schon gab. Die Geschichte der Nationen, die nationale Identität wurde über Jahrhunderte geschaffen, ehe sie als Grundlage für den neuen Nationalstaat dienen konnte. Die gemeinsame Geschichte der Tschechen oder der Deutschen musste erst konstruiert werden. Wie Dušan Třeštík bemerkte, gibt es gar keine gemeinsame europäische Geschichte.*

Also dann! Das heißt ja wohl, ich behalte doch Recht!

*Diese Geschichte kann aber sehr wohl noch geschrieben werden. Und mit dieser Geschichte wird die Identifikation mit Europa entstehen. Sie sind es doch, der immer betont, Europa sei ein Projekt. Das heißt doch, dass das Werk noch nicht zu Ende geführt ist. Die Ergebnisse werden wir erst nach einigen Generationen sehen.*

Aber wollen wir das überhaupt? Müssen wir denn an dieses Europa glauben?

*Das müssen wir nicht, aber... Vielleicht ist das auch so eine typisch tschechische Glaubensfrage. Vielleicht lässt sie sich mithilfe*

*des großen Erfinders des Eurooptimismus Jára Cimrman besser verstehen. Ich zitiere ihn aus seinem Tagebuch: „Jsem bezvýhradný ateista, až se bojím, že mě Panbůh potrestá“ [Ich bin Atheist ohne jeden Vorbehalt, so sehr, dass ich Angst habe, Gott wird mich bestrafen].*

- Damit ist wohl alles klar!

## Literatur

- Miloslav Bednář, Evropská tyranie. Česká státní idea, Evropská unie a demokratická civilizace. Praha: Cep, 2003.
- Petr Hlaváček, Čechy, Evropa aneb Cimrman jako otec eurooptimismu. 200 minut s Járrou Cimrmanem – cimrmanologická konference. [http://www.rozhlas.cz/leonardo/technologie/\\_zprava/344905](http://www.rozhlas.cz/leonardo/technologie/_zprava/344905)
- Václav Klaus, Co je to evropeismus? Mladá fronta dnes 8 Apr. 2006, S. D8.
- Čekání na Orwella. Lidové noviny 23 Dec. 2006. [<http://www.klaus.cz/klaus2/asp/clanek.asp?id=jjYsg0y03B5D>]
- Milan Kundera, The Tragedy of Central Europe. New York Review of Books 26. Apr. 1986, S. 33–38.
- Kateřina Šafaříková, Otec Evropské Unie? Cimrman. Lidové noviny. 7. Okt. 2006 [http://www.lidovky.cz/otec-evropske-unie-cimrman-d0y/ln\\_zabava.asp?c=A061007\\_123149\\_ln\\_zabava\\_znk](http://www.lidovky.cz/otec-evropske-unie-cimrman-d0y/ln_zabava.asp?c=A061007_123149_ln_zabava_znk)
- Dušan Třeštík, Češi a dějiny v postmoderním očistci. Praha: NLN, 2007.
- Tomáš Vrba, Tschechische Träume, tschechische Zweifel. Eurozine, <http://www.eurozine.com/article/2003-06-27-vrba-de.html>.
- Jan Zahradil et al. Manifest českého eurorealismu. April 2001.

## Bildnachweis

- [1], [2] Marek Kuchařík, „100 minut s Járrou Cimrmanem“ [[http://www.rozhlas.cz/leonardo/technologie/\\_zprava/344905](http://www.rozhlas.cz/leonardo/technologie/_zprava/344905)].
- [3] [www.euroskeptik.cz](http://www.euroskeptik.cz)
- [4] Vladimír Renčín *Právo* 7.6.2004
- [5] Vladimír Renčín *Právo* 16.4.2003
- [6] Vladimír Renčín *Právo* 17.6.2004
- [7] Vladimír Renčín *Právo* 15.5.2003
- [8] Vladimír Renčín *Právo* 30.4.2004
- [9] <http://www.euroskeptik.cz>
- [10] [www.kompost.cz/kartinki](http://www.kompost.cz/kartinki)



Christoph A. Klein

# A look into the seeds of time

## Neue Erkenntnisse aus der Analyse der frühen systemischen Krebserkrankung

*"If you can look into the seeds of time, And say which grain will grow, and which will not, Speak then to me..."*

*(Shakespeare, Macbeth)*

Die Absiedlung von Tochtergeschwülsten eines bösartigen Tumors gilt seit jeher als signum mortis eines Krebspatienten. Jahrzehnte der Krebsforschung haben daran wenig geändert und insgesamt sind die therapeutischen Erfolge bei vielen Krebsarten in den fortgeschrittenen Stadien der Erkrankung bescheiden geblieben. Verständlicherweise hat die medizinische Forschung sich deshalb bemüht, eine vorliegende Krebserkrankung im Anfangsstadium zu diagnostizieren und durch frühzeitige Intervention die Heilungschancen zu erhöhen. Aus dem gleichen Grund wird bei vielen Krebsarten von Anfang an eine begleitende systemische (d.h. über den Blutweg oder in Tablettenform verabreichte, nicht nur lokal wirkende) meist chemotoxische Therapie zusätzlich zur operativen Tumorentfernung durchgeführt, mit dem Ziel, etwaige im Körper des Patienten verstreute Tumorzellen zu vernichten. Es hat sich nämlich gezeigt, dass selbst Jahre bis Jahrzehnte nach einer erfolgreichen Operation noch Metastasen entstehen können. Dieses dunkle, latente Stadium einer systemischen Krebserkrankung zu erforschen, ist das Ziel der neuen Abteilung für Onkogenomik an der Universität Regensburg.

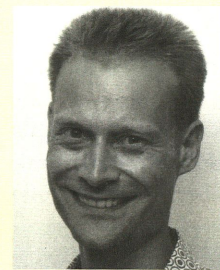
### Die frühe Entdeckung einer generalisierten Krebserkrankung

Es ist weithin bekannt, dass eine Krebserkrankung in der Regel erst dann lebensbedrohlich und schwer behandelbar wird, wenn sich Tochtergeschwülste des Primärherdes, so genannte Metastasen, abgesiedelt haben. Meist lässt sich nämlich der Tumor, beispielsweise im Darm oder in der Brust, chirurgisch problemlos entfernen. Sind aber erst einmal Metastasen diagnostiziert, so werden die meisten Patienten an der Erkrankung versterben. Durch Vorsorgeuntersuchungen und erhöhte Aufmerksamkeit in der Bevölkerung werden glücklicherweise Tumore zunehmend frühzeitig entdeckt und somit werden heute mehr denn je Krebserkrankungen diagnostiziert, bei denen zum Zeitpunkt der Operation noch keine Metastasen vorliegen. Bei einigen dieser Patienten werden jedoch in den Monaten und Jahren, manchmal Jahrzehnten nach der „heilenden“ Operation Metastasen entstehen. Offenkundig hatte der Tumor schon vor der Operation Tumorzellen gestreut – unsichtbar für die heute gebräuchlichen diagnostischen Verfahren zum Metastasennachweis. Dem Ziel, diese Risikopatienten zu identifizieren und das Auswachsen der okkulten Tumorsaaten durch gezielte Therapien zu verhindern, sind derzeit zahlreiche Studien und Forschungsanstrengungen gewidmet.

Ein Ansatz, der seit den 1980er Jahren insbesondere von Prof. Gert Riethmüller vom Institut für Immunologie der Ludwig-Maximilians Universität München weltweit propagiert wurde, versucht, den direkten Nachweis einzelner gestreuter Tumorzellen zu einem Zeitpunkt zu führen, an dem noch keine Metastasen mit den in der Klinik üblichen Verfahren (z.B. CT oder Ultraschall) nachweisbar sind. Bei diesem Testverfahren wird aus-

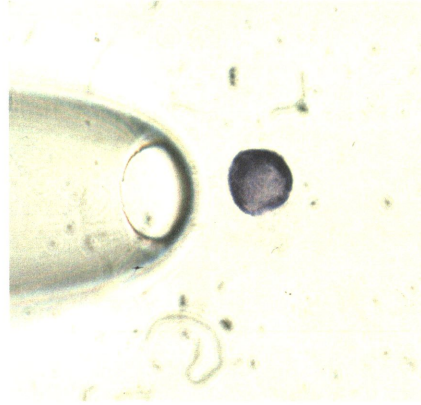
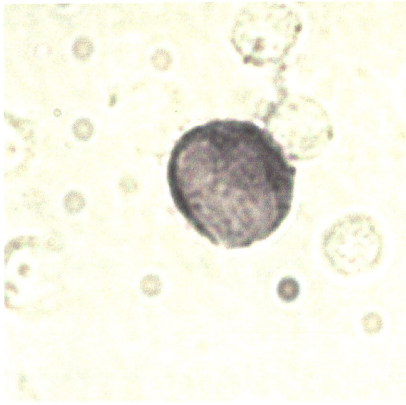
genutzt, dass die häufigsten Krebsarten von den großen Organen (Leber, Lunge, Darm etc.) oder Drüsen (Brustdrüse, Prostata) abstammen, den sogenannten Epithelien. Diese epithelialen Gewebe zeichnen sich durch Merkmale aus, die in Stützgewebe (z.B. Knochen, Muskeln) und blutbildenden und verwandten Organen (Blut, Knochenmark, Lymphknoten) nicht vorkommen. Diese Merkmale erlauben den Nachweis von einzelnen epithelialen Tumorzellen in Blut, Knochenmark und Lymphknoten, also in Gewebeproben, die relativ schmerzlos während der Operation oder auch später entnommen werden können.

In den letzten 20 Jahren ist dieses Nachweisverfahren optimiert und vielfach getestet worden. Es zeigte sich, dass das epitheliale Protein Cytokeratin gegenwärtig der spezifischste Marker für Tumorzellen im Knochenmark und Blut ist. So konnte für die meisten epithelialen Tumore be-



Prof. Dr. med. **Christoph Klein**, geb. 1967 in München. Studium der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München, University of Toronto und Louisiana State University. 1998 Promotion an der LMU München, Institut für Immunologie, 2004 Habilitation im Fach Immunologie. 2001 Preisträger des BMBF beim BioFuture Wettbewerb mit Förderung einer unabhängigen Nachwuchsgruppe. 2004 Leiter einer Juniorgruppe im Bayerischen Genomforschungsnetzwerk. 2006 Ruf auf eine W2-Professur zum Leiter der unabhängigen Abteilung für Onkogenomik an der Universität Regensburg. **Forschungsgebiete:** Tumorbio-logie, Metastasierung, Tumorgenomik, Tumorstammzellen





[1] Isolation einer einzelnen disseminierten Tumorzelle aus dem Knochenmark. Die blau-schwarz gefärbte Cytokeratin-positive Zelle hebt sich klar von den umliegenden nicht gefärbten Knochenmarkszellen ab. Mit einem Mikromanipulator wird die gefärbte Zelle isoliert und anschließend die genomische DNA global amplifiziert.

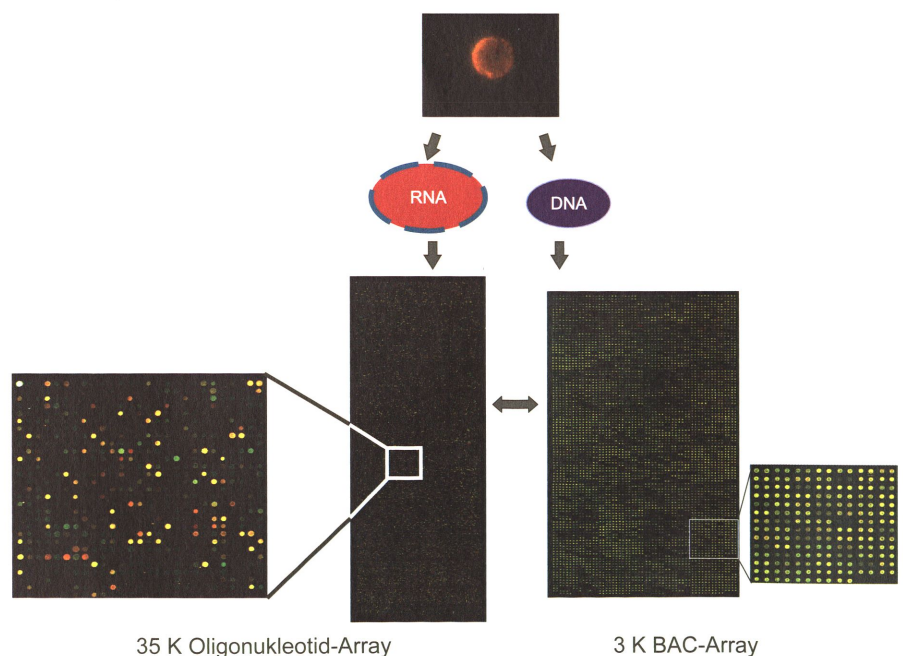
legt werden, dass bei etwa 20–50% der Patienten (je nach Tumortyp) einzelne gestreute Tumorzellen im Knochenmark vorliegen, obwohl mit klinischen Verfahren keine Metastasen nachweisbar waren. Allerdings sind diese gestreuten Tumorzellen sehr selten, es lassen sich nur 1–2 Tumorzellen in zwei Millionen Knochenmarkszellen nachweisen [1]. Trotz dieser Seltenheit zeigte sich jedoch, dass Patienten, bei denen solche Zellen gefunden werden, schneller Metastasen bekommen und kürzer überleben.

### Neue Methoden zur Bestimmung der molekularen Eigenschaften der Tumorsaart

Schon Mitte der 1990er Jahre wurde deutlich, dass entweder nicht alle Zellen, welche über die Epithelmarker im Knochenmark entdeckt werden, Tumorzellen sind, oder aber nicht alle Tumorzellen zu Metastasen auswachsen. Dies ergab sich allein dadurch, dass zahlreiche Patienten, bei denen Marker-positive Zellen gefunden wurden, keine Metastasen entwickelten. Ein positiver Knochenmarkbefund bedeutet also keineswegs das sichere Auswachsen von Metastasen, obgleich das Risiko in diesem Fall stark erhöht ist. Es war also unumgänglich, die im Knochenmark oder in Lymphknoten entdeckten Zellen weiter zu charakterisieren. Die technischen Herausforderungen waren erheblich. Zum einen fand man mit den Nachweisverfahren meist nur eine Tumorzelle bei nur einem guten Drittel der Patienten und wenn man 2 Millionen normale Knochenmarkszellen untersucht hatte. Dann konnten nur jeweils ein bis zwei weitere Merkmale (z.B. Proteine, die von den Zellen gebildet werden) zusätzlich zu dem Detektionsmarker überprüft werden. Es war also schlecht

möglich, die Tumorzellen eingehend zu charakterisieren, und für jedes neue Protein mussten Dutzende neuer Patienten untersucht werden. In den vergangenen 20 Jahren waren deshalb die Fortschritte auf diesem Gebiet der Analyse gering. Einen Durchbruch ergab die Fokussierung auf die Analyse der Nukleinsäuren DNA und RNA. Im Gegensatz zu Proteinen können Nukleinsäuren nämlich durch molekular-biologische Methoden vermehrt werden. Unserer Arbeitsgruppe gelang die Entwicklung zweier Techniken, mit denen sich sowohl die gesamte genomische DNA einer Zelle als auch die gesamte mRNA einer Zelle vermehren lässt, nachdem die gefärbte Zelle mit ei-

nem Mikromanipulator isoliert wurde [1]. Beide Techniken lassen sich an ein und derselben Zelle einsetzen [2]. Die mRNA ist die Information, die von einem Gen abgelesen und in ein Protein übersetzt wird. Mit diesen beiden Techniken können somit zwei wesentliche Aspekte der Zellbiologie einzelner Tumorzellen bearbeitet werden: (1) Nach der Vermehrung der Einzelzell-DNA kann das Vorhandensein genetischer Defekte analysiert werden. Punktmutationen, DNA-Zugewinne und -Verluste sowie genomische Umlagerungen können prinzipiell festgestellt werden. Vielfache Analysen für Defekte in spezifischen Genen wie auch genomweite Screens nach DNA-Ge-



[2] Eine einzelne disseminierte Tumorzelle im Knochenmark nachgewiesen mit dem EpCAM Antikörper. Bei dieser Lebendfärbung können aus einer Zelle sowohl die mRNA (links) wie auch die genomische DNA (rechts) isoliert und so aufbereitet werden, dass hochauflösende Microarrayanalysen durchgeführt werden können. Links ist die Hybridisierung der amplifizierten cDNA auf einen 35.000 Oligonukleotid-Sonden umfassenden Expressionsarray gezeigt, rechts die Hybridisierung auf einen genomweiten BAC-Array (3000 BAC Klone) zur Analyse der genomischen DNA.



winnen und -Verlusten sind mit der DNA einer einzigen Zelle möglich. (2) Die Umschreibung der mRNA in DNA und anschließende Vermehrung ermöglicht in Verbindung mit den neuen Array-Technologien (s.u.) die Überprüfung sämtlicher bekannter Gene. Wie in einer Bibliothek, in der das gesamte Wissen der Menschheit gelagert ist, jedoch nicht jeder Leser Interesse für alle Gebiete hat, nutzen Zellen als „Genom-Leser“ nur einen Teil der „Bücher“. Leber und Gehirnzellen unterscheiden sich so in der Auswahl der Gene, die sie in mRNA umwandeln, also exprimieren. Aus den mRNA werden dann Proteine gebildet, die den Phänotyp der Zelle ausmachen. Auf diese Weise bildet die gesamte mRNA einer Zelle eine Annäherung an den Phänotyp der Zelle. (Es ist nur eine Annäherung, da es weitere Regulationsmechanismen gibt, die den Phänotyp beeinflussen.) Die in den letzten 10 Jahren optimierte Microarray-Technologie erlaubt es nun, in einem einzigen Experiment alle mRNA-Arten, die in einem Gewebe vorkommen, auf einmal zu quantifizieren. Die Vermehrung und Darstellung aller mRNA-Spezies einzelner metastatischer Vorläuferzellen dürfte in den nächsten Jahren wichtige Erkenntnisse über ihre Biologie und mögliche therapeutische Angriffspunkte liefern.

### **Revision der klassischen Vorstellung von der Metastasierung**

Mit der Möglichkeit, das Genom der gestreuten Tumorzellen zu untersuchen, ließen sich erstmals zentrale Aussagen des vorherrschenden Tumorprogressionsmodells überprüfen. Hierbei wurde aus der Anhäufung genetischer Defekte während der Transformation einer normalen Zelle zu einer malignen Tumorzelle geschlossen, dass nur noch wenige Veränderungen hinzukommen müssen, wenn von einem lokalen Karzinom ausgehend Tumorzellen streuen und zu Metastasen auswachsen. Man spricht von einem linearen Modell, in dem die Zellen erst zu einem späteren Zeitpunkt der Karzinomentwicklung streuen. Das Modell hat bis heute den Nachteil, dass die zusätzlichen, „metastasiogenen“ genetischen Veränderungen nicht gefunden wurden. Daneben aber beeinflusst es bis heute die Therapieentscheidungen der Ärzte, insbesondere bei der Verwendung der neuesten Medikamentengenerationen, die in bestimmte molekulare Mechanismen eingreifen. Der zugrunde lie-

gende Gedanke ist hierbei, dass, wenn die Tumorzellstreuung ein spätes Ereignis ist, große Ähnlichkeiten zwischen dem Primärtumor und den gestreuten Tumorzellen bestehen sollten. Wenn also ein genetischer Defekt im Primärtumor vorhanden ist, wird er auch, so das gängige handlungsbestimmende Denken, in den Tumorzellen vorliegen, die den Primärtumor vor der Operation verlassen haben. Patientinnen mit Brustkrebs bekommen deshalb das Medikament Trastuzumab nur dann, wenn das Zielgen (HER2) im Primärtumor vielfach vermehrt vorliegt, ungeachtet der Frage, ob die eigentlichen Zielzellen des Medikamentes (der Primärtumor wurde ja operativ entfernt), ebenfalls den genetischen Defekt aufweisen.

Wir konnten nun diese Annahme der genetischen Ähnlichkeit von Primärtumor und gestreuten Tumorzellen überprüfen, indem die einzelnen Cytokeratin-positiven Zellen aus dem Knochenmark von Patienten mit dem Mikromanipulator isoliert und die DNA analysiert wurde. Für alle Tumortypen, die wir bislang untersucht haben, ergibt sich hier ein einheitliches Bild: Sowohl im Knochenmark als auch in Lymphknoten weisen die gestreuten Tumorzellen deutliche Unterschiede zum Primärtumor auf und zwar bezüglich der meisten genetischen Defekte wie Punktmutationen und chromosomaler Zugewinne und Verluste. Meist fanden wir bei den gestreuten Tumorzellen deutlich weniger genetische Defekte als in Primärtumorzellen, ein Befund, der dem linearen Akkumulationsmodell klar widerspricht. Denn wenn die gestreuten Tumorzellen weniger DNA-Defekte als die Zellen des Primärtumors haben, dann können sie wohl kaum von den Zellen abstammen, die zum Zeitpunkt der Operation den Tumor ausmachen. Es lag die Vermutung im Raum, dass die Streuung selbst viel früher stattgefunden hatte, als die Primärläsion noch aus „unreifen“ Tumorzellen bestand. Die im Primärtumor verbliebenen Tumorzellen hätten dann nach der Streuung weitere Veränderungen akkumuliert, an denen die Tumorzellen im Knochenmark (und anderswo) nicht mehr teil hatten.

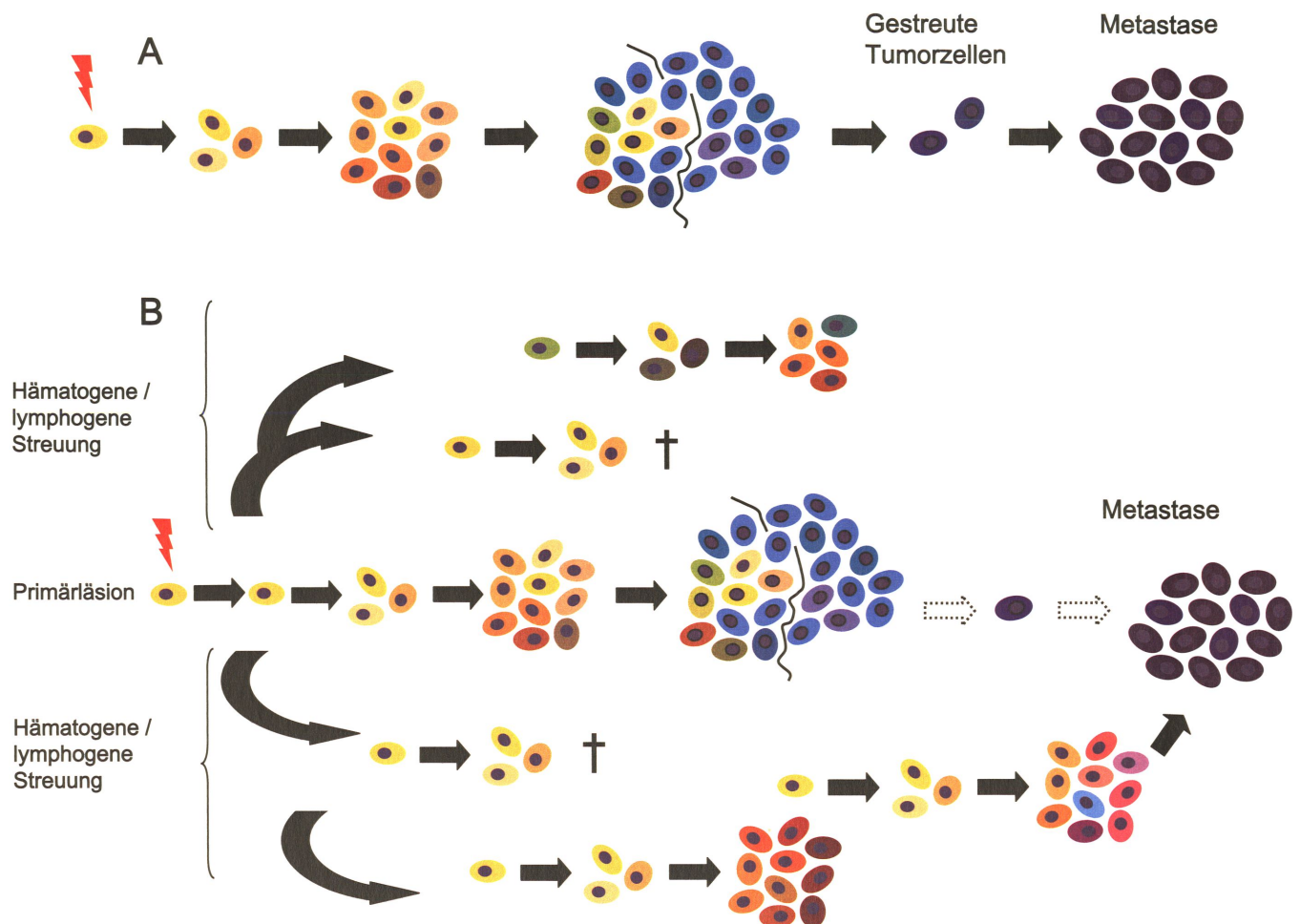
Diesen Ablauf, der sozusagen auf einer genetischen Uhr festgestellt worden war, versuchten wir in der Folge in-vivo zu überprüfen und direkt im Verlauf der Tumorentstehung und des Tumorwachstums zu erfassen. Hierzu musste auf ein Mausmodell zurückgegriffen werden, da es nicht möglich ist, Frauen und Männer vor einer Krebsdiagnose auf Verdacht hin

regelmäßig Knochenmarkproben zu entnehmen. Das gewählte Tiermodell ähnelt in mancher Hinsicht der humanen Brustkrebskrankung. Durch eine gentechnische Veränderung wird in den (sog. transgenen) Mäusen in den Milchdrüsen (die Maus hat zehn Milchdrüsen) mit der Geschlechtsreife eine aktivierte Variante des Onkogen HER2 angeschaltet. Das HER2-Gen ist bei etwa 20% der Brustkrebspatientinnen stark aktiviert und vermittelt unter anderem Wachstumssignale. Schon relativ bald nach der Pubertät der Tiere entstehen veränderte Drüsen, wobei sowohl die Mammazellen als auch die Architektur des Gewebes sich verändern. Wie beim Menschen durchläuft das Mammagewebe eine Umwandlung über verschiedene Vorstufen hin zum Karzinom, d.h. zu einem malignen Tumor eines Epithelgewebes. Zunächst entsteht eine sogenannte atypische Hyperplasie (Woche 9), dann ein in-situ Karzinom (Woche 15) – beides nicht-invasive Vorstufen – bis dann der Tumor lichtmikroskopisch erkennbar das umliegende Gewebe infiltriert (Woche 25–30) und somit zum invasiven Karzinom gereift ist.

Der beschriebene Zeitverlauf ist in dem Tiermodell deshalb so regelhaft, weil alle weiblichen Tiere genetisch weitgehend identisch sind. Durch jahrzehntelange Inzucht ist die Variation zwischen Tieren auf ein Minimum reduziert, und auf diese Weise repräsentieren alle Tiere zusammen den Verlauf eines Patienten, der experimentell in verschiedener Hinsicht untersucht werden kann. Diese Reproduzierbarkeit ermöglicht große experimentelle Sicherheit, bringt jedoch den Nachteil der geringeren Generalisierbarkeit mit sich.

In diesem Modell konnte man nun sehr genau fragen, wann die Streuung von Tumorzellen im Verlauf der Tumorentwicklung beginnt. Das völlig unerwartete Ergebnis war, dass die Streuung extrem früh, bereits vor der histologischen Diagnose eines invasiven Karzinoms, einsetzt. Eine weitere Überraschung war, dass die Tumorzellaussaat nicht mit der Größe des Tumors zunahm. Bezogen auf die Gesamtzellzahl in der krebsartig veränderten Brustdrüse bedeutet das, dass die Streuung am Anfang hoch ist, die in fortgeschrittenen Primärtumoren wachsenden Zellen relativ gesehen lokal sesshafter sind und weniger an der Ausbreitung der Erkrankung beteiligt sind. Der Befund wurde dann in weiteren Mausmodellen überprüft und anschließend die Frage gestellt, ob sich auch beim Menschen Hinweise auf eine Streuung von





[3] Klassisches (A) und modifiziertes (B) Metastasierungsmodell. Nach dem klassischen Modell (A) ist die metastatische Streuung von Tumorzellen ein spätes Ereignis. Die meisten Veränderungen sind daher zwischen Primärtumor und DTC sehr ähnlich (blaue Farbe). In dem Modell der parallelen Evolution hingegen (B) findet die Streuung sehr früh statt, die gestreuten Tumorzellen durchlaufen eine unabhängige Evolution, die zeitlich der des Primärtumors hinterher hinken kann. Manche genetischen Veränderungen sind sowohl für den Primärtumor wie auch für die Metastasen vorteilhaft, weshalb diese Veränderungen (z.B. Beeinträchtigung des p53 Regulationsweges) unabhängig voneinander erworben werden können (angedeutet durch die blaue Farbe). Während der Latenzzeit, wenn unterstützende Therapien verabreicht werden, überwiegen jedoch die genomischen Unterschiede.

Tumorzellen bei frühen und kleinen Tumoren finden lassen. Zu diesem Zweck untersuchten wir über 600 Frauen mit Brustkrebs und fanden auch hier, dass Tumorzellen von sehr frühen Läsionen bereits in das Knochenmark einwandern und dass – entgegen der ursprünglichen Erwartung – mit der zunehmenden Größe der Primärtumore nicht mehr Tumorzellen im Knochenmark gefunden werden können.

Diese Befunde stellen allerdings das bisherige Denken über den Ablauf einer Krebserkrankung auf den Kopf [3] und werfen viele Fragen auf. Eine zentrale Frage ist sicherlich, warum Patientinnen mit kleinen Tumoren nach der Operation ein deutlich besseres Überleben haben als Frauen, bei denen erst spät ein großer Tumor entfernt wird, wenn doch die Streuung von Tumorzellen schon früh einsetzt. Dass eine frühe Diagnose vorteilhaft ist, daran besteht schließlich kein Zweifel. Bei der Beantwortung dieser

Frage stehen wir ganz am Anfang. Eine Überlegung, die durch neuere Daten anderer Arbeitsgruppen unterstützt wird, ist, dass der Primärtumor den ganzen Organismus vielfältig verändern kann. Ein Tumor kann nämlich nicht nur Tumorzellen streuen, sondern schüttet viele Signalmoleküle aus, die einerseits gestreute Tumorzellen an allen möglichen Orten im Körper stimulieren können, andererseits aber auch das Immun- und blutbildende System verändern, was wiederum das Anwachsen von Metastasen beeinflusst. Es ist nicht unplausibel, dass eine frühzeitige Operation die Erkrankung deshalb heilen kann, weil Tumorzellen, obgleich schon in andere Organe eingewandert und operativ nicht mehr entfernbar, nicht stimuliert werden und in einer Art Tumorschlaf auf Lebenszeit verharren. Eine weitere, ebenso bedeutsame Frage ist, ob der Befund der frühen Streuung Konsequenzen für unsere Therapiekonzepte haben sollte.

### Ein evolutionäres Modell der Krebserkrankung – Konsequenzen für die Therapie

Die Tumorprogression wird schon seit langem als evolutionärer Prozess einer quasi asexuellen Spezies verglichen. Dies ist deshalb möglich, da Tumorzellen in ihrem Genom instabil sind und genetische Veränderungen anhäufen, die dann selektiert werden können. Die am besten an die Umgebung angepasste Zelle, die einen Wachstumsvorteil gegenüber ihren Nachbarzellen gewinnt, ist in dieser Vorstellung dann besonders „fit“. Bislang wurden die evolutionären Prozesse bei der Tumorentwicklung in ganz überwiegender Weise in den Primärtumor verlegt mit den oben genannten Konsequenzen, dass von den genetischen Veränderungen des Primärtumors auf die der gestreuten Tumorzellen geschlossen wird. Wenn sich jedoch die Entwicklungslinien von Primärtumor und den gestreuten Tumorzellen frühzeitig trennen, also die ausgewanderten Zellen



sich gleichsam ihre Galapagos-Inseln suchen, dann durchlaufen sie dort eine unabhängige Evolution, und die genetischen Veränderungen von Primärtumoren und ausgewanderten Zellen divergieren.

Genau dieses Szenario könnte nun bald eine neue Therapiemöglichkeit für einen besonders aggressiven Krebs ermöglichen, das Karzinom der Speiseröhre (Ösophagus). Der Verlauf dieser Erkrankung ist so fatal, dass es bislang nicht nur keine systemische Therapie (z.B. Chemotherapie) gibt, welche die Operation unterstützen könnte, sondern sogar die Bedeutung der Operation selbst infrage gestellt wird. Aus diesem Grund haben wir in einer prospektiven Studie Knochenmark- und Lymphknotenproben operierter Ösophaguskarzinompatienten nach gestreuten Tumorzellen untersucht und die Zellen genetisch mit dem Primärtumor verglichen. Wieder ergab sich, dass der Primärtumor keineswegs die genetischen Veränderungen der gestreuten Tumorzellen abbildete, und überdies, dass auch Tumorzellen aus dem Knochenmark und aus Lymphknoten genetisch verschieden sind.

Interessanterweise wiesen jedoch die gestreuten Tumorzellen aus den beiden Organen an einem Genort häufig einen charakteristischen Defekt auf. Es stellte sich heraus, dass auch bei diesem Tumor das bereits oben genannte Onkogen HER2 genetisch aktiviert ist. Überraschend war, dass die genetische Aktivierung häufiger

aufzufinden war als bei gestreuten Brustkrebszellen. Dies ist bedeutsam, weil Brustkrebspatientinnen bei Vorliegen der HER2-Genaktivierung im Primärtumor heute ein neues Medikament erhalten. Somit könnten vielleicht auch Patienten mit Speiseröhrenkrebs von dem Medikament profitieren. Wir untersuchten hierzu den Primärtumor, fanden in einigen Fällen auch die Genaktivierung, mussten jedoch enttäuscht feststellen, dass diese keine Bedeutung für den Verlauf der Erkrankung hatte. Patienten mit und ohne HER2-Genaktivierung im Primärtumor hatten in gleicher Weise schlechte Überlebenschancen. Nach den gängigen Regeln ist deshalb eine Zulassung des Medikaments für Speiseröhrenkrebs unwahrscheinlich. Völlig unerwartet war dann der Befund, dass, wenn die HER2-Genaktivierung in einzelnen gestreuten Tumorzellen vorlag, diese Patienten eine besonders kurze Überlebensdauer hatten [4]. Die Genaktivierung in einer einzigen gestreuten Tumorzelle war der wichtigste Risikofaktor in dem untersuchten Kollektiv. Diesen Befund konnten wir molekular weiter aufschlüsseln, indem wir zeigten, dass die Genaktivierung für gestreute Tumorzellen wesentlich wichtiger ist und empfindlicher gegenüber den neuen Medikamenten macht als für die Primärtumorzellen. Es wird nun die nächste Aufgabe sein, eine Therapiestudie für Patienten mit Speiseröhrenkrebs zu planen, in der die Gabe des Medikaments nicht von dem Vorliegen der Genaktivierung im Primärtumor, sondern in den gestreuten Tumorzellen – den eigentlichen Zielzellen des Medikaments – abhängig gemacht wird.

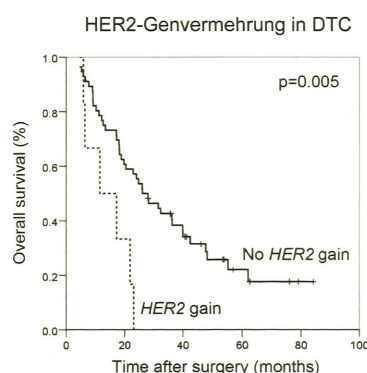
### Notwendigkeit einer diagnostischen Pathologie der frühen systemischen Krebserkrankung?

Wenn der Nachweis einer Genaktivierung in gestreuten Tumorzellen einen derart dramatischen Effekt auf das Überleben von Patienten haben kann, während die Analyse des Primärtumors weniger aussagekräftig ist, stellt sich die Frage, ob dieser Befund generell für Krebserkrankungen gilt. Hier stehen wir noch am Anfang. Im klinischen Alltag treten zwei Fragen in den Vordergrund, (1) welcher Patient, welche Patientin benötigt eine systemische adjuvante (Chemo)therapie, und (2) welche systemische Therapie wird am wirksamsten sein. Beim Brustkrebs bekommen über 80% der Frauen heute eine systemische, oft hoch-toxische Therapie zusätzlich zur Operation, die meisten ohne davon zu profitieren, weil

sie ohnehin geheilt sind. Durch die molekulare Analyse des Primärtumors wird es in Zukunft sicherlich möglich sein, vielen Frauen diese toxischen Therapien zu ersparen, weil vorab der Verlauf besser eingeschätzt werden kann. Ob jedoch die Analyse des Primärtumors allein ausreichend sein wird, die beste Therapieform auszuwählen, scheint nach dem oben Gesagten fragwürdig. Die divergierende genetische Entwicklung der lokalen und der systemischen Krebserkrankung könnte es, wie im Beispiel des Speiseröhrenkrebs gezeigt, notwendig machen, die Zielzellen der Medikamente selbst zu analysieren. Dies herauszufinden und technisch umzusetzen bedeutet nichts anderes als die Entwicklung einer neuen diagnostischen Pathologie der frühen systemischen Krebserkrankung.

### Literatur

- E.R. Fearon, B. Vogelstein, A genetic model for colorectal tumorigenesis. *Cell* 61 (1990), S. 759–767.
- C. Fuhrmann, O. Schmidt-Kittler, N.H. Stoecklein, K. Petat-Dutter, C. Vay, K. Bockler, R. Reinhardt, T. Ragg, C.A. Klein, High-resolution array comparative genomic hybridization of single micrometastatic tumor cells. *Nucleic Acids Res* 36 (2008), e39.
- C.H. Hartmann, C.A. Klein, Gene expression profiling of single cells on large-scale oligonucleotide arrays. *Nucleic Acids Res* 34 (2006), e143.
- Y. Husemann, J.B. Geigl, F. Schubert, P. Musiani, M. Meyer, E. Burghart, G. Forni, R. Eils, T. Fehm, G. Riethmüller et al., Systemic spread is an early step in breast cancer. *Cancer Cell* 13 (2008), S. 58–68.
- D.X. Nguyen, J. Massague, Genetic determinants of cancer metastasis. *Nat Rev Genet* 8 (2007), S. 341–352.
- J.A. Schardt, M. Meyer, C.H. Hartmann, F. Schubert, O. Schmidt-Kittler, C. Fuhrmann, B. Polzer, M. Petronio, R. Eils, C.A. Klein, Genomic analysis of single cytokeratin-positive cells from bone marrow reveals early mutational events in breast cancer. *Cancer Cell* 8 (2005), S. 227–239.
- O. Schmidt-Kittler, T. Ragg, A. Daskalakis, M. Granzow, A. Ahr, T.J. Blankenstein, M. Kaufmann, J. Diebold, H. Arnholdt, P. Müller et al., From latent disseminated cells to overt metastasis: genetic analysis of systemic breast cancer progression. *Proc Natl Acad Sci U S A* 100 (2003), S. 7737–7742.
- N.H. Stoecklein, S.B. Hosch, M. Bezler, F. Stern, C.H. Hartmann, C. Vay, A. Siegmund, P. Scheunemann, P. Schurr, W.T. Knoefel et al., Direct genetic analysis of single disseminated cancer cells for prediction of outcome and therapy selection in esophageal cancer. *Cancer Cell* 13 (2008), S. 441–453.



[4] Überlebensanalyse (Kaplan-Meier Kurve) von Patienten mit Speiseröhrenkrebs. Aufgetragen ist der Anteil der noch lebenden Patienten in Abhängigkeit von der Zeit. Zu Beginn der Analyse (d.h. drei Monate nach der Operation) leben noch alle Patienten der untersuchten Kohorte, im weiteren Verlauf versterben die meisten Patienten an der Krankheit. Zwei Verlaufskurven sind gezeigt: Die durchgezogene Linie zeigt den Verlauf der Patienten, bei denen entweder keine gestreute Tumorzelle (DTC) gefunden wurde oder die DTC keine HER2-Genvermehrung aufwies. Die gestrichelte Linie zeigt die Patienten, bei denen eine HER2-Genvermehrung in mindestens einer DTC nachgewiesen wurde. In der letzteren Gruppe waren alle Patienten bereits nach 23 Monaten verstorben. Der Unterschied ist signifikant ( $P = 0.005$ ).



Stefan Denzinger, Wolfgang Otto

# Einleuchtender Fortschritt

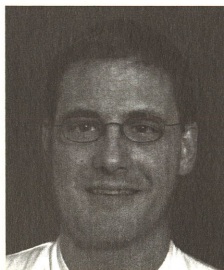
## Fluoreszenzdiagnostik in der Blasenkrebs-Behandlung

*Schon in der Antike erkannten die Menschen die heilende Wirkung bestimmter Substanzen unter Lichteinstrahlung. Ende des 19. Jahrhunderts kam es zu ersten gezielten klinischen Anwendungen dieses Phänomens, v.a. zur Therapie krebsartiger und infektiöser Hautkrankheiten. Neben der Medizin, namentlich der Dermatologie, ist es vor allem Physik und Chemie zu verdanken, dass die Wirkmechanismen der „Photodynamik“ heute weitgehend bekannt sind: Eine lichtsensibilisierende Substanz bzw. deren Bausteine werden in krankhaft veränderten Zellen angereichert und unter Licht bestimmter Wellenlänge zur Fluoreszenz gebracht. Diesem Mechanismus liegt auch die Fluoreszenzdiagnostik in der Urologie zugrunde, die in den letzten 15 Jahren die Behandlung des oberflächlichen Harnblasenkarzinoms revolutioniert hat. Im Vergleich zu über die Harnröhre durchgeführten Resektionen der Blasentumoren unter konventionellem „Weißlicht“ hat die „Blau-licht“-Resektion geringere Resttumor- und Rezidivraten zur Folge und trägt somit entscheidend zur verbesserten Krebsbehandlung des Patienten bei. Die seit über zehn Jahren an der Klinik für Urologie der Universität Regensburg angewandte Methode hat zudem deutliche Einsparungen für das Gesundheitswesen zur Folge, was 2007 zur Aufnahme in den deutschen Katalog der Gesundheitsleistungen führte.*

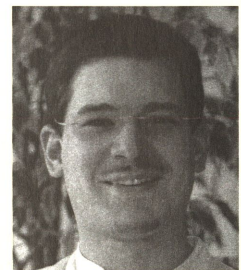
### Licht als therapeutisches Agens

Die Bedeutung des Lichts für Wohlbefinden im Allgemeinen und Gesundheit im Besonderen wurde von den Menschen früh erkannt. Nachdem bereits in den einschlägigen Papyri des Alten Ägyptens (2. Jahrtausend v. Chr.) und im antiken Corpus Hippocraticum (ab dem 5. Jahrhundert v. Chr.) der Einfluss von Sonnenlicht im Zusammenhang mit verschiedenen medikamentösen Therapien beschrieben worden war, gilt die arabische Medizin des Hochmittelalters als erste Heilkunst, die bewusst photosensitive, d.h. lichtempfindliche Substanzen zusammen mit Sonnenlicht therapeutisch einsetzte. Über die Jahrhunderte hinweg sorgten insbesondere neue Erkenntnisse

der Physik des Lichts, etwa die Entdeckung von infrarotem und ultraviolettem Licht durch Friedrich W. Herschel und Johann W. Ritter um 1800, für die Grundlage der modernen Anwendung von Licht in der Medizin. Nachdem man erkannt hatte, dass ultraviolettes Licht für die Entstehung von Sonnenbrand verantwortlich ist und zudem dessen bakterizider Effekt nachgewiesen werden konnte, begann im ausgehenden 19. Jahrhundert rasch der praktische Einsatz des ultravioletten Lichtes in der Behandlung von Hautkrankheiten. Niels R. Finsen machte durch die erfolgreiche Therapie von Hauttuberkulose durch Bestrahlungen mit der Kohlebogenlampe auf die neue Technik aufmerksam und erhielt dafür 1903 den Nobelpreis für Medizin.



Dr. med. **Stefan Denzinger**, geb. 1972 in Schwäbisch Gmünd. Studium der Humanmedizin an der Universität Würzburg und Universität München ab dem Wintersemester 1994/95. Promotion 2002 zum Thema individuelle Strahlensensibilität an Fibroblasten. Der Autor arbeitet seit September 2003 am Caritas-Krankenhaus St. Josef als Assistenzarzt an der Klinik für Urologie der Universität Regensburg.



Dr. med. **Wolfgang Otto**, geb. 1979 in Regensburg. Studium der Humanmedizin an der Universität Regensburg ab dem Wintersemester 2000/2001. Promotion 2007 zum Thema Nierenzellkarzinom. Der Autor arbeitet seit Dezember 2006 am Caritas-Krankenhaus St. Josef als Assistenzarzt an der Klinik für Urologie der Universität Regensburg. **Forschungsgebiete:** Die Autoren sind Mitglieder der Arbeitsgruppe Harnblasenkarzinom der Klinik für Urologie, die klinische, histopathologische und experimentelle Aspekte des Urothelkarzinoms der Harnblase in Zusammenarbeit mit anderen Forschungsgruppen im In- und Ausland untersucht. Daneben wirken sie regelmäßig an Originalarbeiten, Übersichtsartikeln und Falldarstellungen zu verschiedenen anderen klinischen und experimentellen Feldern der Urologie mit.





[1] Hermann v. Tappeiner (1847–1927), ab 1893 Ordinarius für Pharmakologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München, gilt als Erstbeschreiber der „photodynamischen Reaktion“ im Jahre 1904.

### Erste klinische Erfahrungen mit photosensitiven Substanzen

Für die Entwicklung von Fluoreszenzdiagnostik und photodynamischer Therapie war, parallel zur Entdeckung der Wirkung des Sonnenlichts, aber die Erkenntnis über die Verstärkung dieses Effekts durch Aufnahme bestimmter Substanzen essentiell. Wie so oft in der Wissenschaft stand dabei der Zufall Pate. Parallel zu den ersten Gehversuchen der Lichttherapie machte man die Beobachtung, dass Tiere nach Aufnahme bestimmter Pflanzen, etwa Johanniskraut, Hautausschläge zeigten – abhängig einerseits von der Fellfarbe, andererseits von der Intensität der Sonneneinstrahlung. Ähnliche Ereignisse bei einem Epilepsiepatienten nach Aufnahme eosinhaltiger Farbstoffe führten bald zu Versuchen, dies für Patienten systematisch nutzbar zu machen. Die Forschung des Münchener Pharmakologie-Professors Hermann v. Tappeiner [1] und dessen Doktoranden Oskar Raab legte die Grundlage für den systematischen Einsatz der von den Entdeckern erstmals 1904 „photodynamische Reaktion“ genannten Methode. Naheliegenderweise waren es dermatologische Krankheitsbilder wie Hautkrebs, Tuberkulose oder Syphilis, die damals mit eosinhaltenen Lösungen erfolgreich behandelt wurden. Auf der Suche nach effektiveren Substanzen kam es ab 1912 zur Erforschung des Hämatoporphyrins, ei-

nes Abbauprodukts des roten Blutfarbstoffs, das nach intravenöser Testinjektion und Lichtexposition zu einer schweren phototoxischen Reaktion führte [2]. Dass dieser Stoff auch zu diagnostischem Zwecke dienen könnte, ermittelten Forscher in den 40er Jahren des letzten Jahrhunderts, als verschiedene Arbeitsgruppen die rote Fluoreszenz von Tumorgewebe durch Porphyrine feststellten. Aufgrund von starken Nebenwirkungen galt die Substanz für den routinemäßigen Einsatz insbesondere auf diagnostischem Gebiet jedoch lange als ungeeignet: Erst der Einsatz des Porphyrin-Vorläufers 5-Aminolävulinsäure (5-ALA) machte letztlich den Weg für den unbedenklichen Einsatz in der Diagnostik photosensitiver Tumoren frei.

### Entwicklung der Fluoreszenzdiagnostik

Aus der naheliegenden Anwendung der photodynamischen Therapie im dermatologischen Bereich in der Behandlung von Hauttumoren lässt sich gut die Bedeutung der Fluoreszenzdiagnostik, hier und da auch als „photodynamische Diagnostik“ bezeichnet, auf urologischem Gebiet ableiten. Ist der Harnblasenkrebs (Karzinom) doch nichts anderes als ein bösartiger Tumor, der in über 90% der Fälle vom typischen Übergangsepithel des Harntrakts (Urothel) ausgeht. Schon seit den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts gab es Ansätze, pathologische Befunde der Harnblasenschleimhaut durch in die Harnblase eingefüllte Substanzen besser auffindbar zu machen.

Doch erste Markierungsversuche mit Methylenblau und Tetrazyklin resultierten in enttäuschenden Ergebnissen. Wie in der Dermatologie rückten bald photosensitive Substanzen in den Mittelpunkt der Forschung. Systemisch verabreichte Hämatoporphyrine zeigten unter Licht der Wellenlänge 630 bis 690 nm zwar gute Anreicherung in bösartigem Gewebe, jedoch standen der In-vivo-Anwendung unzureichende optotechnische Voraussetzungen und phototoxische Hautreaktionen als schwere Nebenwirkungen zunächst im Wege. Die Entwicklung geeigneter optischer Konstruktionen mit entsprechenden Spektrumsfiltern auf der einen und äußerlich (topisch) anwendbarer photosensitiver Substanzen auf der anderen Seite sorgte ab den 80er Jahren für die Grundlagen der heute angewandten Fluoreszenzdiagnostik.

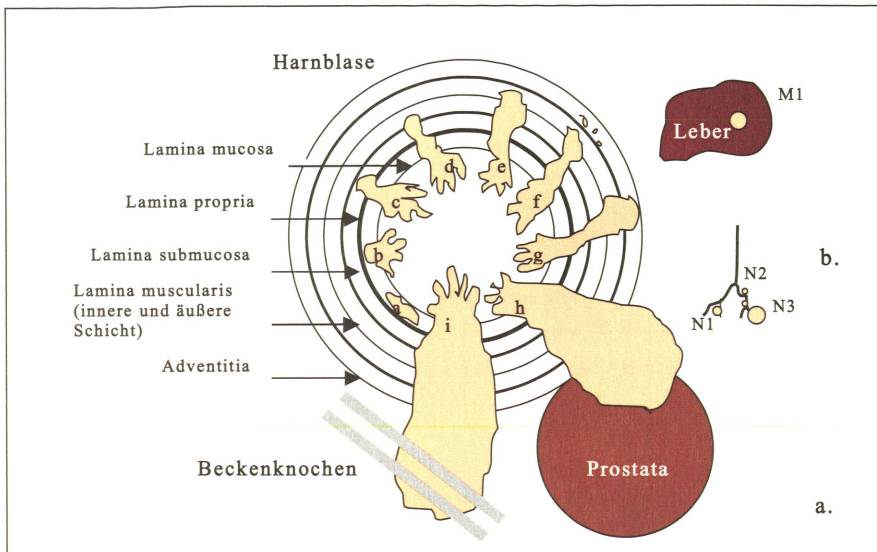
### Das Harnblasenkarzinom als Zivilisationskrankheit

Das Harnblasenkarzinom ist eine für die Fluoreszenzdiagnostik besonders geeignete Erkrankung. Etwa 18.000 Neuerkrankungen treten jährlich in Deutschland auf – das Harnblasenkarzinom ist damit der häufigste bösartige Tumor des Harn- und Geschlechtstrakts, der Männer und Frauen betrifft. Auf eine erkrankte Frau kommen zwei bis drei erkrankte Männer, was in erster Linie auf die in der Regel höhere Exposition von Männern gegenüber den Risikofaktoren des Urothelkarzinoms zurückzuführen ist: schädliche Arbeitsstoffe und das Rau-



[2] Im Oktober 1912 unternahm der Münchener Assistenzarzt Friedrich Meyer-Betz diesen beeindruckenden Selbstversuch mit Hämatoporphyrin: nach i.v.-Applikation der photosensitiven Substanz kam es unter Sonnenlichtexposition zu einer ausgeprägten phototoxischen Reaktion. Die Abbildungen zeigen Meyer-Betz vor und nach phototoxischer Reaktion.





[3] TNM-Klassifikation der Weltgesundheitsorganisation (WHO) von 2002 des Harnblasenkarzinoms. a. Lokales Tumorstadium (a Cis, b pTa, c pT1, d pT2a, e pT2b, f pT3a, g pT3b, h pT4a, i pT4b), b. Lymphknotenstatus, c. Fernmetastasierung.

chen. Der deutliche Anstieg der Harnblasenkarzinom-Inzidenz bei Industriearbeitern in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts lenkte die Aufmerksamkeit der medizinischen Forschung rasch auf bestimmte Stoffe, die später als Auslöser der Krebsentstehung (Karzinogenese) ermittelt wurden. Schon 1895 zeigte Rehn den Zusammenhang von Blasen-tumorentstehung und Exposition gegenüber Anilinfarbstoffen, in den darauf folgenden Jahrzehnten konnten die entsprechenden Karzinogene isoliert werden. Benzidin (Textil-, Lederindustrie), Dinitrotoluol (Sprengstoffe), Tetrachlorethen (chemische Reinigung) und Teer (Straßenbau) sind Substanzen, die auch heute noch, nach Etablierung arbeitsschutzrechtlicher Maßnahmen, als Auslöser berufsbedingter Harnblasenkarzinome bekannt sind. Ihr Anteil wird derzeit auf 5–10 % geschätzt, wobei Latenzzeiten zwischen Expositions- und Erkrankungsbeginn von 25–45 Jahren beobachtet wurden. Dank des Anwendungsverbots verschiedener anderer Stoffe wie  $\beta$ -Naphthylamin und 2,4-Diaminoanisol wird das Harnblasenkarzinom, etwa im Friseurhandwerk, dagegen bald nur noch medizinhistorische Bedeutung haben.

Von epidemiologisch noch größerer Wichtigkeit für die Entstehung von Harnblasenkrebs ist jedoch das Rauchen von Zigaretten mit einem bis zu sechsfach erhöhten Risiko gegenüber Nicht-Rauchern nach etwa 60 pack-years (was z.B. das Rauchen von zwei Päckchen Zigaretten täglich über einen Zeitraum von 30 Jahren entspricht), aber auch regelmäßiger Genuss von Zigarren (2,3-fach) oder Pfei-

fen (1,9-fach). Das Karzinom-Risiko nach 12–15 Jahren Abstinenz entspricht wieder dem Nichtraucher-Niveau. Wie bei den meisten nachgewiesenen Arbeitsstoffen scheinen auch bei Zigarettenrauch aromatische Amine für die Krebsentstehung verantwortlich zu sein.

### Spezifische Eigenschaften des Harnblasenkarzinoms

Die für das Harnblasenkarzinom typischen Merkmale des mehrfach synchronen Auftretens (Multifokalität) und der Rezidivneigung machen die Fluoreszenzdiagnostik für diese Tumorerkrankung so geeignet. Generell wird zwischen erhabenen (papillären) und flachen Läsionen der Harnblase unterschieden, wobei bis zu 85 % aller Tumoren streng auf Schleimhaut und Unterhautgewebe begrenzt sind. Etwa 15 % der Harnblasentumoren sind bereits bei Erstdiagnose muskelinvasiv und werden einer initialen Entfernung der Harnblase (Zystektomie) mit Anlage einer sekundären Harnableitung zugeführt [3]. In weniger als 5 % der Fälle wird ein Carcinoma in situ festgestellt, eine makroskopisch schwer vom Normalurothel abzugrenzende, hoch aggressive Kanzerose. Sowohl papilläre Tumoren als auch das Carcinoma in situ zeichnen sich in bis zu zwei Drittel der Fälle durch mehrere Herde und hohe Rezidivraten aus. 75 % aller oberflächlichen Harnblasenkarzinome rezidivieren in den ersten fünf Jahren, etwa 25 % der Fälle zeigen dabei Verschlechterung von Stadium und Differenzierungsgrad (Progredienz). Nicht alle

Rezidive entsprechen dabei wirklich neu entstandenen Tumoren, gerade hinter so genannten Frührezidiven verbirgt sich häufig ein im Rahmen der ersten Operation verbliebenes Karzinomgewebe. In routinemäßig durchgeführten Nachresektionen bei ausgedehnten und schlecht differenzierten Harnblasenkarzinomen wurden Resttumorraten von bis zu 75 % festgestellt. Die angesprochenen Merkmale machen das oberflächliche Harnblasenkarzinom zu einer „lebenslangen“ Erkrankung und waren Ursache für umfangreiche Forschungen zur Erhöhung von Detektions- und Verminderung von Rezidivrate. Die Fluoreszenzdiagnostik sollte hier Abhilfe schaffen.

### Diagnostischer Goldstandard: Blasenspiegelung und transurethrale Resektion

Noch in den 80er Jahren des 19. Jahrhunderts riet Bernhard Bardenheuer „in dem Falle, wo die Diagnose schwankt,“ bei Verdacht auf Harnblasentumoren zu einem „Explorativschnitt“, d.h. einem chirurgischen Eingriff unter Eröffnung der Harnblase. Ein Zeitzeuge des berühmten Chirurgen, Maximilian Nitze [4], schaffte durch seine 1877 veröffentlichte Erfindung eines optischen Geräts zur Spiegelung von Harnröhre und Harnblase (Urethrozystoskop) Abhilfe: mit der ersten



[4] Maximilian Nitze (1849–1906) entwickelte in den Siebziger Jahren des 19. Jahrhunderts das Urethrozystoskop und wurde damit zum Wegbereiter der Urologie als selbständigem Fachgebiet.



Harnblasenspiegelung und der raschen Weiterentwicklung der Apparatur zum Operationszystoskop wurden die beeinträchtigenden offenchirurgischen Operationen ab Ende des 19. Jahrhunderts mehr und mehr durch die transurethrale Resektion (d.h. durch die Harnröhre operierend) ersetzt. 1885 wurde dieses neue Operationsverfahren erstmals durch den Wiener Hautarzt Joseph Grünfeld angewandt [5]. Schon damals, als die Urologie als eigene Fachrichtung noch gar nicht

Nitzes letztlich in die Herausbildung einer eigenen medizinischen Disziplin münden würde?

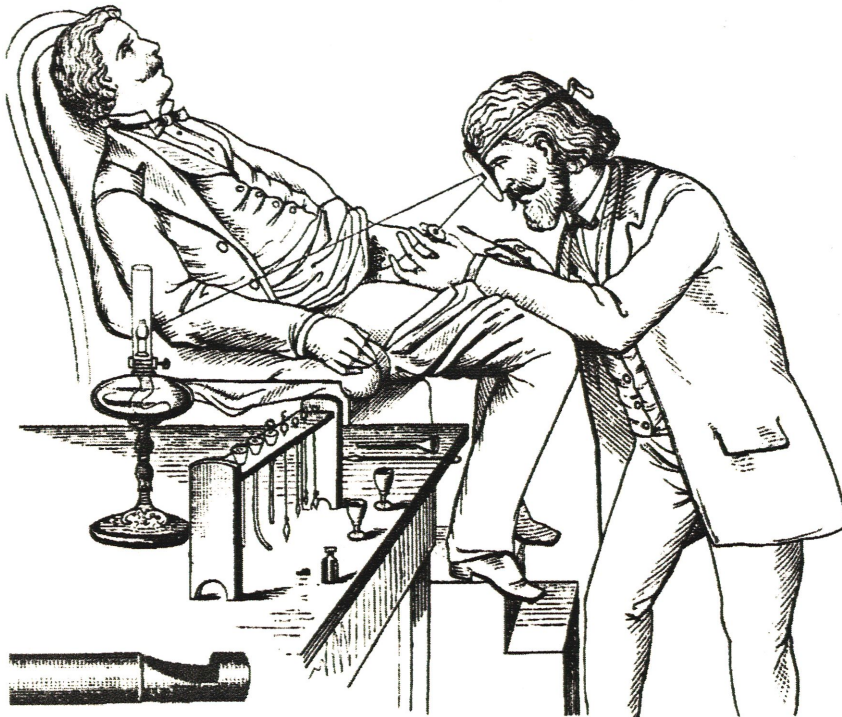
Die Galvanokaustik, also die Tumorbekämpfung mittels Hitze, wurde zu Beginn des 20. Jahrhunderts von der Elektresektion abgelöst. In New York setzte 1910 erstmals Edwin Beer diese Methode erfolgreich bei Tumoren der Harnblase ein. In Windeseile verbreitete sich diese Methode über die ganze Welt und wurde durch Weiterentwicklungen, wie etwa die

tisch“ nicht zugelassene – klinisch angewandte Wirkstoff war die 5-Aminolävulinsäure (5-ALA). Der große Vorteil dieses natürlichen Bausteins der Häm biosynthese war die Möglichkeit einer lokalen Gabe, was die zuvor der routinemäßigen Nutzung anderer photosensibilisierender Substanzen entgegenstehenden Nebenwirkungen verhinderte. Das in Mitochondrien, den so genannten zellulären „Energiespeichern“, durch das Enzym 5-Aminolävulinsäure-Synthase aus Glycin und Succinyl-CoA gebildete 5-ALA wird nach mehreren Syntheseschritten über Coproporphyrinogen III und Protoporphyrinogen IV schließlich zu Protoporphyrin IX. Ferrochelatase führt durch Einbau von Eisen letztlich zur Bildung von Häm, einem Bestandteil des roten Blutfarbstoffs [6].

Wird nun 5-ALA lokal zugeführt, so kommt es in (prä-)maligne veränderten Zellen durch das Substratangebot zur vermehrten Bildung von Protoporphyrin IX, während in gesunden, unauffälligen Zellen der inhibierende Feedbackmechanismus eine solche Akkumulation verhindert. Als Ursache für die Fluoreszenz auslösende Wirkung von 5-ALA in malignen, aber z.B. auch entzündlich oder narbig veränderten Geweben gelten u.a. passive (zelluläre Barrierestörungen) und aktive (Aktivitätsänderung von Transportproteinen) Zunahme der 5-ALA-Konzentration. Unter Licht der Wellenlänge 345 bis 440 nm, so genanntem „Blaulicht“, zeigt sich der Unterschied in der Protoporphyrin IX-Akkumulation zwischen gesundem und pathologisch verändertem Gewebe als rötliche Fluoreszenz. In diesem Wellenlängenbereich liegt das Absorptionsmaximum von Protoporphyrin IX.

#### Anwendung der Fluoreszenzdiagnostik im klinischen Alltag

Die Durchführung der TURB mit Fluoreszenzdiagnostik unterscheidet sich im Grundsatz nicht wesentlich von der transurethralen Resektion von Blasen tumoren unter konventionellem Weißlicht. Es handelt sich vielmehr um eine Ergänzung, die in der präoperativen Einbringung der Fluoreszenz anregenden Substanz besteht. Im Falle von 5-Aminolävulinsäure werden in der Regel zwei bis drei Stunden vor einer geplanten transurethralen Resektion 50 ml einer 3%igen 5-ALA-Lösung per Katheter in die Harnblase eingefüllt. Die Flüssigkeit muss nun für etwa zwei Stunden in der Harnblase



[5] Zeitgenössische Darstellung einer Harnblasenspiegelung mit dem Nitze-Zystoskop beim Mann durch den Wiener Dermatologen Joseph Grünfeld (1840–1910).

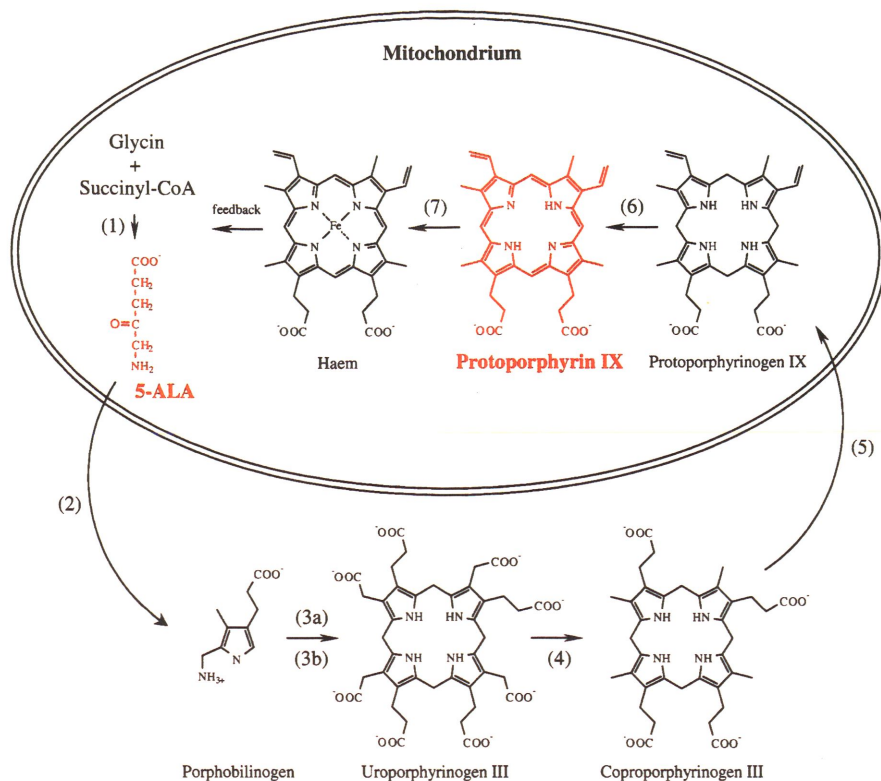
existierte, spielte die Dermatologie also eine Katalysatorrolle in der Behandlung des Harnblasenkarzinoms. Die Vorteile der neuen Technik waren offensichtlich, so dass auch Vertreter der Chirurgie die Bedeutung der Entwicklung Nitzes schnell anerkannten und Bernhard von Langenbeck bereits 1880 in einem Vortrag über Operationen am Harntrakt voraussichtete: „[...] die von Nitze ersonnene [...] Endoskopie der Harnwege dürfte ein wichtiges Hilfsmittel abgeben [...] eine Reihe von Erkrankungen frühzeitig exakt zu diagnostizieren und somit die Indikationen zu operativen Eingriffen an den Harnwegen mit großer Schärfe zu präzisieren. Unter der Voraussetzung dürfen wir der Chirurgie der Harnorgane ein günstiges Horoskop stellen.“ Ob der berühmte Chirurg auch voraussahnte, dass die Behandlung von Erkrankungen des Urogenitaltrakts durch die Erfindung

Verwendung der Diathermie (hochfrequenter elektrischer Strom) und die Erfindung des Fußschalters, zum konkurrenzlosen Instrument der Behandlung von Tumoren des Harntrakts. Ab den 30er Jahren etablierte sich die systematische transurethrale Resektion von Blasen tumoren (TURB), die seither stetig fortentwickelt wurde. Technisch verbesserte Zystoskope und nicht zuletzt die Photodynamik – um nur die wichtigsten Aspekte zu nennen – haben die Bedeutung der TURB für Diagnostik und Therapie des Harnblasenkarzinoms weiter gesteigert.

#### Photosensibilisierende Substanz: Funktion und Wirkungsweise von 5-Aminolävulinsäure

Der auf dem Gebiet der Urologie für die Fluoreszenzdiagnostik erste und meistverbreitete – wenn auch „pharmakopoli-

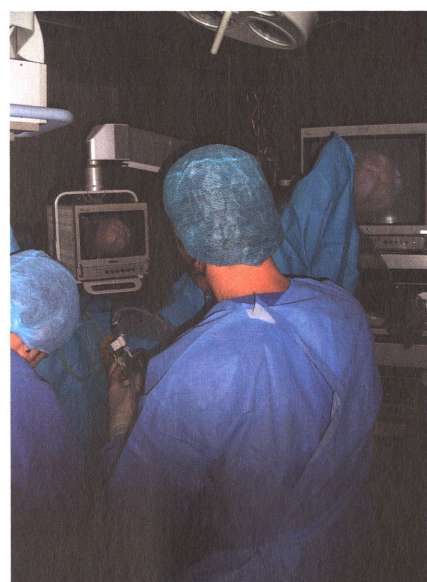




[6] Porphyrin-Biosynthese als wichtiger Baustein der photodynamischen Diagnostik.

verbleiben, Lagewechsel des Patienten sorgen für eine Verteilung über die gesamte Oberfläche.

Die Fluoreszenzdiagnostik erfolgt anschließend immer im Zusammenspiel mit einer konventionellen Harnblasenspiegelung, wobei die gesamte Harnblase – ausgehend von den Harnleitermündungen im Bereich des Blasenauflasses über Blasenboden, -seitenwände und Harnblasendach – zunächst unter Weißlicht mittels Optiken verschiedener Winkelgrade



[7] Moderne Video-Harnblasenkarzinomresektion unter photodynamischer Diagnostik.

inspiziert wird [7]. Anschließend kann per Knopfdruck bequem auf „Blaulicht“-Verhältnisse umgestellt und die Blasen Spiegelung darunter wiederholt werden. Vor bläulich schimmerndem Hintergrund hell-rötlich leuchtende Areale sind auf pathologische Läsionen der Harnblasenschleimhaut (nicht ausschließlich maligner Natur) verdächtig, deren anschließende muskeltiefe Resektion stellt den definitiven diagnostischen Schritt bei Harnblasenkarzinom-Verdacht und zugleich die primäre Therapie oberflächlicher Tumoren dar [8].

#### Procedere nach Fluoreszenzdiagnostik

Die Fluoreszenzdiagnostik des Harnblasenkarzinoms ist heute eine gut verträgliche Untersuchungsmethode. Während es in der frühen Ära durch die systemische Gabe von Protoporphyrin zu phototoxischen Nebenwirkungen kam, ist die heute durchgeführte Verabreichung von 5-ALA in die Harnblase ein gut verträgliches, komplikationsloses Verfahren. Dagegen bestehen auch bei der TURB unter „photodynamischer Diagnostik“ die allgemein bekannten Komplikationsmöglichkeiten der transurethralen Resektion. In erster Linie sind dies Blutungen, Harnwegsinfektionen, sowie in seltenen Fällen die Verletzung der Blasenwand. Unabhängig

von der Ausprägung des Tumorbefalls wird heute eine Einmalgabe eines Chemotherapeutikums (Mitomycin C) in die Harnblase im Anschluss an die TURB empfohlen. Eine erneute TURB (Nachresektion) etwa sechs Wochen nach der primären TURB sollte in Fällen nicht kompletter Erstresektion und nach Feststellung gering differenzierter Tumoren durchgeführt werden. Steht bei Patienten mit niedrigem und mittlerem Risiko vor allem die Rezidivgefahr im Vordergrund, so ist bei Hochrisiko-Patienten die Progression zu muskelinvasiven Tumoren ein nicht zu unterschätzendes Problem. Während es im ersten Fall oft bei der einmaligen Chemotherapie nach der Operation bleibt, wird bei Hochrisiko-Patienten eine s.g. Immuntherapie mit Bacillus Calmette-Guérin (BCG), dem einstigen Tuberkulose-Impfstoff, über mindestens ein Jahr gefordert. Die durch das Bakterium ausgelöste Abwehrreaktion des Organismus soll dabei verbliebene Tumorzellen abtöten. Unverzichtbar zur frühzeitigen Entdeckung von Rezidiven ist die regelmäßige Nachsorge-Zystoskopie, die bei allen Patienten etwa drei Monate nach der letzten tumorpositiven TURB stattfinden sollte. Aus technischen Gründen wird bei routinemäßigen Nachsorge-Zystoskopien auf die Fluoreszenzdiagnostik verzichtet. Da eine Blasen Spiegelung unter 5-ALA nur in Resektionsbereitschaft Sinn macht, müssten die Patienten für jede Nachsorgeuntersuchung anästhesiert werden.

#### Erste klinische Anwendungen der Fluoreszenzdiagnostik

Spätestens seit dem Bekanntwerden der Existenz makroskopisch meist völlig unauffälliger, aber hochaggressiver Carcinoma in situ durch Melicow 1952, kann selbst der erfahrene Operateur nach konventioneller Harnblasenspiegelung das Vorhandensein einer malignen Läsion trotz Abwesenheit papillärer Tumoren nicht mehr ausschließen [9]. Ab den frühen 90er Jahren begann man, die in-vitro-Forschung mit 5-Aminolävulinsäure klinisch umzusetzen. Neben Zentren in Frankreich und Österreich war die Klinik für Urologie der Ludwig-Maximilians-Universität München unter dem Ordinariat von Professor Alfons Hofstetter Vorreiter auf dem Gebiet der urologischen Fluoreszenzdiagnostik in Deutschland. Dies übrigens in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Pathologie an der Universität Regensburg (Professor Ferdinand Hofstädter), wo man bereits durch die erfolg-

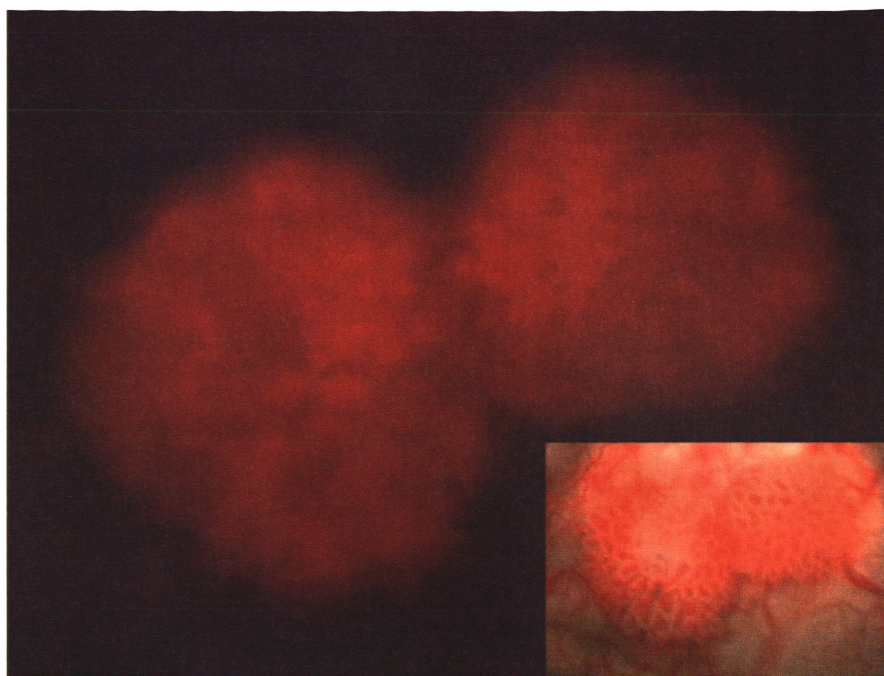


reiche Forschung der Kollegen an der Klinik für Dermatologie unter Leitung von Professor Michael Landthaler mit der 5-Aminolävulinsäure in Berührung gekommen war. Aber auch die Regensburger Urologen unter Professor Wolf F. Wieland am Caritas-Krankenhaus St. Josef – erst seit dem Jahre 2002 offiziell Klinik für Urologie der Universität Regensburg – dürfen sich zu den Pionieren der Fluoreszenzdiagnostik zählen. Nach der ersten Beschreibung der klinischen Anwendung durch die Münchener Arbeitsgruppe 1994 wurde ab Mai 1997 in Regensburg mit einer klinischen Phase II-Studie begonnen. Bis August 2000 wurden über 300 Patienten entweder unter konventionellem Weißlicht oder nach 5-ALA-Gabe transurethral reseziert und in regelmäßigen Abständen leitliniengerecht nachgesorgt.

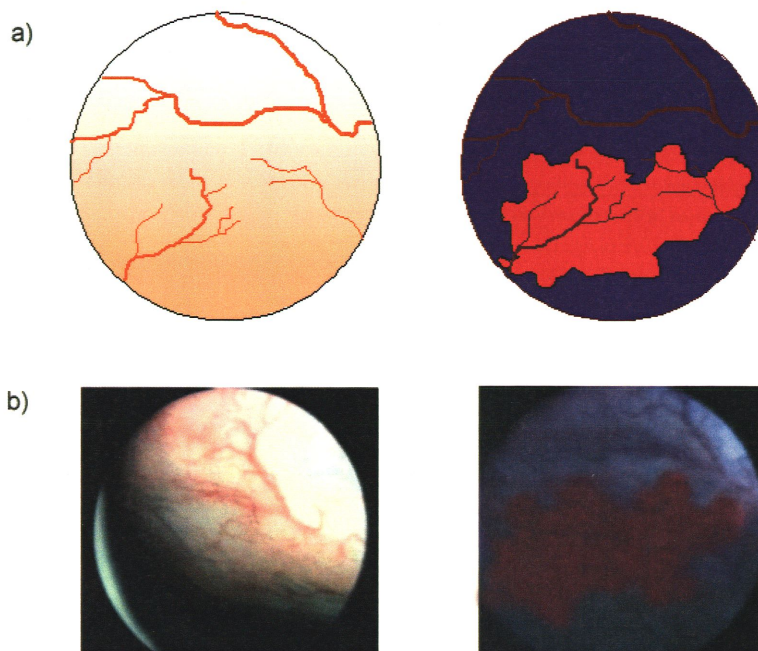
### Ergebnisse der Regensburger Fluoreszenzdiagnostik-Studie

Die hohe Rate gutartiger Befunde, die in der initialen Fluoreszenzzystoskopie 5-ALA-Positivität zeigen, stellte auch in der Regensburger Studie die „Hauptproblematik“ der „photodynamischen Diagnostik“ dar: Der relativ niedrigen Spezifität, die in der beschriebenen Untersuchung mit 67% noch die höchsten ermittelten Werte erreichte, steht eine hohe Sensitivität von über 95% gegenüber. Das heißt, nahezu alle Harnblasenkarzinome werden unter Fluoreszenzdiagnostik aufgedeckt, während nicht alle unter „Blaulicht“ fluoreszierenden Areale der Harnblasenschleimhaut tatsächlich maligne Läsionen darstellen. Denn auch entzündliche, granulierende oder vernarbende Areale nehmen 5-Aminolävulinsäure auf und fluoreszieren.

Durch die angesprochene Problematik mussten andere Parameter zur Evaluierung der Fluoreszenzdiagnostik als Sensitivität und Spezifität untersucht werden. In ersten prospektiv randomisierten Studien kam es ab Mitte der 90er Jahre zur standardisierten Ermittlung von verbliebenem Tumorgewebe (Residualtumorraten) im Rahmen von sechs Wochen nach TURB durchgeführten Nachresektionen unter konventionellem Weißlicht. Es konnte von der Regensburger Arbeitsgruppe um Professor Wieland gezeigt werden, dass nach konventioneller TURB in über 25% der Fälle Tumor verblieben war, nach Fluoreszenzdiagnostik dagegen nur in 4%. Die erhobenen Daten wurden von Studien andernorts nachfolgend bestätigt.



[8] Papilläre Harnblasentumoren in der konventionellen Urethrozystoskopie (rechts unten) und rötlich fluoreszierend unter „Blaulicht“.



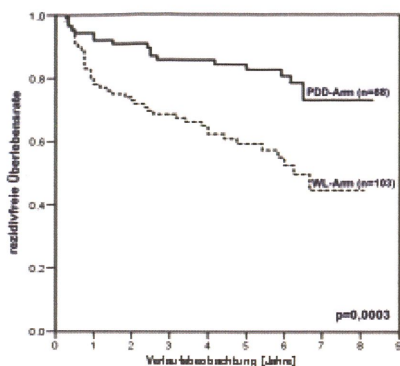
[9] Schematische (a) und endoskopische Darstellung (b) eines Carcinoma in situ der Harnblasenschleimhaut in der konventionellen Harnblasenspiegelung und in der Fluoreszenzdiagnostik.

### Langzeitdaten zum medizinischen und ökonomischen Nutzen der Fluoreszenzdiagnostik

Es ist im wahrsten Wortsinn „einleuchtend“, dass die Resektion von Blasentumoren unter Fluoreszenzdiagnostik deutlich effizienter geworden ist, was sich in der verminderten Zahl von Residualtumoren in der Nachresektion zeigte. Um der neuen Methode jedoch eine klinische Bedeutung

zusprechen zu können, war es erforderlich, zu zeigen, ob dadurch auch die Rezidivrate des Harnblasenkarzinoms zu senken war. Die Regensburger Studiengruppe konnte dazu im letzten Jahr die Ergebnisse mit dem längsten bislang beschriebenen Nachbeobachtungszeitraum von 100 Monaten vorstellen. Während 57% der Patienten nach Weißlicht-Resektion im Lauf dieses Zeitraums mindestens ein Rezidiv erlitten, war die Rate nach TURB unter





[10] Kaplan-Meier-Analyse des rezidivfreien Patientenüberlebens der Regensburger Phase-II-Studie zur photodynamischen Diagnostik: Patienten nach transurethraler Resektion (TURB) mit Fluoreszenzdiagnostik zeigen statistisch signifikant bessere Überlebensraten als nach konventioneller Weißlicht-TURB.

„Blaulich“ mit 28% statistisch hochsignifikant geringer. Die Häufigkeit vom Wiederauftreten des Tumors schwankte zwischen 2% nach „photodynamischer Diagnostik“ bei Niedrigrisiko-Patienten und 85% nach konventioneller primärer Resektion eines Harnblasenkarzinoms mit hoher Rezidiv- und Progressneigung [10]. Da neue Therapiemethoden heute nicht nur wirksam, sondern auch wirtschaftlich sein müssen, kam es durch die Regensburger Harnblasenkarzinom-Arbeitsgruppe 2006 erstmals auch zu einer Kostenanalyse der „photodynamischen Diagnostik“. Die Frage, ob die durch Fluoreszenzdiagnostik verursachten Mehrkosten durch die Verminderung von konsekutiven Krankenhausaufenthalten bei verminder-

ter Rezidivrate ausgeglichen werden, konnte positiv beantwortet werden. Kosten der technischen Spezialausrüstung für die Fluoreszenzdiagnostik und der Einkatheterisierung zur 5-ALA-Gabe belaufen sich zusammen pro Patient und Prozedur auf 135 €. Die Kosten der konventionellen transurethralen Resektion werden vom deutschen DRG-System, dem Abrechnungsmodell des Gesundheitswesens, mit 1750 € angegeben. Da in der Patientengruppe nach Fluoreszenzdiagnostik nur ein Drittel einer weiteren transurethralen Resektion mit Rezidivnachweis bedurften, waren es durchschnittlich 1,32 Resektionen pro Patient nach primär konventioneller Tumoresektion. Dieser deutliche Unterschied in der Rate von Folgeoperationen gleicht die Mehrkosten der Methode bei weitem aus. Pro Patient werden dem Gesundheitssystem durch die Fluoreszenzdiagnostik knapp 1600 € erspart – ein Vorteil, der für alle Risikogruppen nachgewiesen werden konnte [11].

### Entwicklung der Hexaminolävlinsäure und Aufnahme der Fluoreszenzdiagnostik in den DRG-Katalog

Es verwundert nicht, dass bei diesen klinisch und ökonomisch überzeugenden Argumenten die Fluoreszenzdiagnostik im September 2007 offiziell in den deutschen DRG-Katalog aufgenommen wurde. Als photosensibilisierende Substanz der Wahl gilt der 5-ALA-Ester Hexaminolävlinsäure (HAL), der unter dem Handelsna-

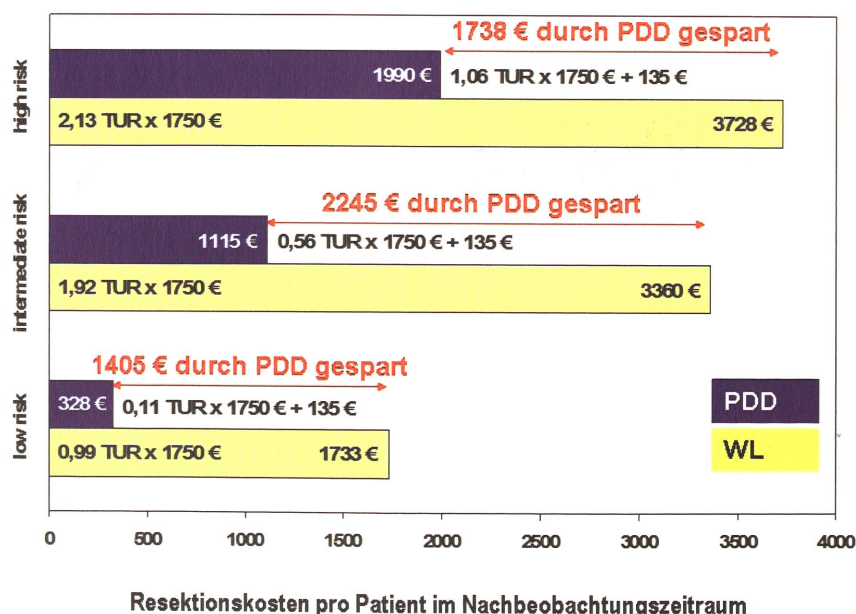
men Hexvix™ in den letzten Jahren intensiv untersucht wurde – u.a. erneut an der Klinik für Urologie der Universität Regensburg im Rahmen einer weltweiten Zulassungsstudie. Als wichtigster Vorteil der Hexaminolävlinsäure gegenüber 5-ALA gilt eine verbesserte Resorption in suspekten Schleimhautarealen in kürzerer Zeit. So reicht es aus, HAL 45 Minuten vor Resektionsbeginn zu verabreichen. Danach „leuchtet“ dem Resekteur wieder einmal ein Stück echter medizinischer Fortschritt entgegen – befördert nicht zuletzt durch die Klinik für Urologie der Universität Regensburg.

### Literatur

- Maximilian Burger, Dirk Zaak, Christian G. Stief, Thomas Filbeck, Wolf F. Wieland, Wolfgang Rößler, Stefan Denzinger, Photodynamic Diagnostics and Noninvasive Bladder Cancer. Is it Cost-Effective in Long-Term Application? A Germany-Based Cost Analysis. *European Urology* 52 (1) (2007), S. 142–147.
- Stefan Denzinger, Maximilian Burger, Bernhard Walter, Ruth Knüchel, Wolfgang Rößler, Wolf F. Wieland, Thomas Filbeck, Clinically relevant reduction in risk of recurrence of superficial bladder cancer using 5-aminolevulinic acid-induced fluorescence diagnosis: 8-year results of prospective randomized study. *Urology* 69 (2007), S. 675–679.
- Stefan Denzinger, Wolfgang Rößler, Wolfgang Otto, Photodynamische Diagnostik des Harnblasenkarzinoms. *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 132 (2007), S. 2332–2335.
- Thomas Filbeck, Uwe Pichlmeier, Ruth Knüchel, Wolf F. Wieland, Wolfgang Rößler, Reduction of recurrence rate of superficial bladder carcinoma after transurethral resection with 5-aminolevulinic acid induced fluorescence diagnosis. *Journal of Urology* 168 (2002), S. 67–71.
- Matthias A. Reuter, Entwicklung der Endoskopie im 20. Jahrhundert. In: Arbeitskreis Geschichte der Urologie (Hrsg.), *Urologie in Deutschland*. Berlin: Springer Verlag, 2007, S. 161–176.
- Rolf-Markus Szeimies, Dieter Jocham, Michael Landthaler (Hrsg.), *Klinische Fluoreszenzdiagnostik und photodynamische Therapie*. 1. Auflage. Berlin, Wien: Blackwell Verlag GmbH. 2002. S. 1–11, 15–20, 172–180.

### Bildnachweis

- [1], [2], [6] aus: Szeimies, Jocham, Landthaler (Hrsg.), *Klinische Fluoreszenzdiagnostik und photodynamische Therapie* (2002).
- [4], [5] aus: Reuter, Entwicklung der Endoskopie im 20. Jahrhundert (2007).
- [3], [7–11] Klinik für Urologie der Universität Regensburg



[11] Abbildung zur Kostenanalyse der photodynamischen Diagnostik des Harnblasenkarzinoms: in allen drei EAU-Risikogruppen zeigen sich ökonomische Vorteile nach transurethraler Resektion (TUR) mit 5-Aminolävlinsäure (PDD) gegenüber konventioneller TUR (WL).



Gyula Kovács, Csaba Cziráki, Mark W. Greenlee

# Dem Gehirn beim Denken zuschauen

## Die Vorhersage mentaler Zustände und Sinneseindrücke durch Hirnaktivität

*Eine wichtige Herausforderung für die Neurowissenschaft ist es zu verstehen, wie das Gehirn visuelle Information repräsentiert. Neuere Verfahren der funktionellen neuronalen Bildgebung erlauben es, mentale Zustände anhand der Hirnaktivität zu klassifizieren. Mit Hilfe von Mustererkennungsverfahren und Lernalgorithmen wie Support Vector Machines wird die Aktivität in Hirnregionen untersucht, die an der Erkennung von Gesichtern und Händen beteiligt sind. In einem ersten Durchgang sehen Probanden eindeutige Bilder von Gesichtern und Händen. Mit Hilfe der gewonnenen Daten werden Algorithmen angepasst, die die neuronalen Antworten auf visuelle Reize möglichst genau klassifizieren. Diese Algorithmen erlauben es, aus der gemessenen Hirnaktivität vorherzusagen, welcher Wahrnehmungseindruck von ambigen Reizen (d.h. Gesicht-Hand-Mischungen) ausgelöst wird. Die Ergebnisse zeigen, dass diese Klassifizierung erfolgreich eingesetzt werden kann, um geistige Zustände auf der Grundlage der gemessenen Hirnaktivität zu erkennen.*

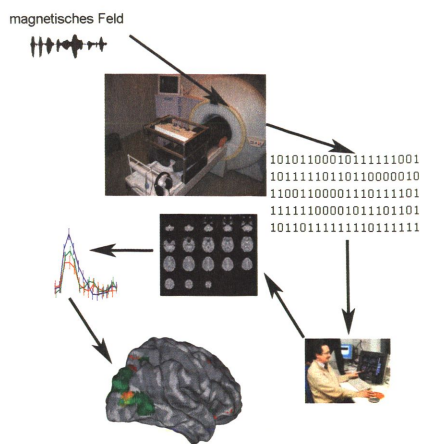
Die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) ist eines der am meisten eingesetzten in-vivo bildgebenden Verfahren der Neurowissenschaften. Das Verfahren nutzt endogene Veränderungen in der Sauerstoffsättigung des Hämoglobins (BOLD: *blood oxygen level dependent contrast*), um Hirnaktivierung im sensorischen, motorischen und assoziativen Kortex zu messen.

### Funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT)

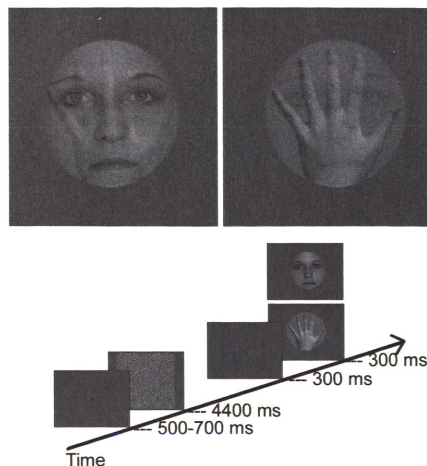
fMRT ist als Methode zur indirekten Messung der Hirnaktivität geeignet, die evokierten neuronalen Antworten auf visuelle Reize (Gesichter, Hände) zu analysieren. Bei fMRT wird die Veränderung des BOLD-Signals (blood oxygen level dependent signal) im Gehirn gemessen [1]. Diese beruht auf einer Veränderung des Verhältnisses von sauerstoffgesättigtem und sauerstoffarmem Blut in kapillaren Blutgefäßen der gemessenen Hirnareale. Aufgrund unterschiedlicher magnetischer Eigenschaften kann dieses Verhältnis im MRT sichtbar gemacht werden. Die Bindung von Sauerstoffmolekülen bewirkt, dass das Hämoglobin seine paramagnetische Eigenschaft verliert und diamagnetisch wird. Der dadurch verlangsamte Zerfall der Spinpräzession der Wasserstoffatome in den Regionen, in denen das Blut sauerstoffgesättigt ist, führt zu einer höheren Transversalmagnetisierung als bei Versorgung mit sauerstoffarmem Blut. Man geht davon aus, dass die Neuronen in aktiven Kortexarealen mehr Sauerstoff verbrauchen, um Glukose in Energie umzuwandeln, und es so nach einem kurzen Absinken zu einem signifikanten Anstieg des oxygenierten Hämoglobins in den entsprechenden kortikalen Arealen kommt. Dass diese messbare Veränderung mit der neuronalen Aktivität in kortikalen Arealen zusammen hängt, konnte im visuellen Kortex von Makaken eindeutig nachgewiesen werden. Mit einer konstanten Verzögerung nimmt das BOLD-Signal einen ähnlichen zeitlichen Verlauf wie der der lokalen Feldpotenziale an. Es stellte ebenso eine linear ansteigende Funktion der Feuerrate von kleinen Neuronenverbänden dar. Diese Zusammenhänge wurden in einem Experiment beobachtet, in dem der Helligkeitskontrast eines Stimulus variiert wurde. Bei geringen Kontrastbereichen

war der Anstieg jedoch nonlinear. Bei einem Experiment, in dem die Stärke der lokalen Feldpotentiale und Feuerrate pharmakologisch dissoziiert wurden, konnten die lokalen Feldpotentiale als Schlüsselfaktor zur Erklärung des BOLD-Signals identifiziert werden. Somit kann die Methode der fMRT auf indirekte Weise neuronale Aktivität erfassen, ohne dabei die gesundheitlichen Risiken der üblichen invasiven Verfahren zu verursachen. Die Dauer der hämodynamischen Antwortfunktion (Hemodynamic Response Function, HRF), welche die Veränderung des BOLD-Signals nach einer Stimulation beschreibt, ist verglichen mit der Dauer der neuronalen Aktivität sehr lang. Bei idealen Antwortfunktionen, die in Modellen bei der Analyse von fMRI-Datensätzen genutzt werden, kommt es nach einem steilen Anstieg zum Maximum bei etwa vier bis fünf Sekunden zu einem etwas langsameren Abstieg. Der Undershoot beeinflusst noch etwa 20 Sekunden nach Einsetzen des Stimulus das BOLD-Signal. Es wird noch diskutiert, ob die Abnahme der Sauerstoffsättigung des Blutes durch die neuronale Aktivität vor der Erhöhung des Blutflusses durch fMRT messbar ist. Dies würde sich durch ein Absinken des BOLD-Signals in den ersten zwei Sekunden nach einem kurzen Stimulus zeigen. Die Form der empirischen hämodynamischen Antwort unterliegt einer relativ hohen interindividuellen Variabilität, die sehr viel höher ist als die intraindividuelle Variabilität über verschiedene Sitzungen. In der Regensburger Arbeitsgruppe setzen wir fMRT ein, um die Hirnaktivität aufzuzeichnen, die durch die Betrachtung verrauschter Bilder von menschlichen Gesichtern und Händen hervorgerufen wird. Solche visuellen Reize lösen nicht nur Aktivität in Hirnregionen aus, die primär mit dem Sehen assoziiert sind, sondern auch in höheren Hirnregionen, die auf die Erkennung von Gesichtern von Körper-





[1] Die visuellen Reize werden mit Hilfe eines LCD-Projektors, welcher sich am äußeren Ende des Kernspingerätes befindet, auf eine Leinwand rückprojiziert. Der Proband liegt in einem 3-Tesla MRT-Kopfscanner. Eine Untersuchung dauert ca. 60 Minuten, hierbei werden Hunderte von Reizen dargeboten. Die Abbildung zeigt schematisch, wie aus den MRT-Bildern Informationen über die aktuelle Hirnaktivität gewonnen werden.



[2] Schematische Darstellung eines typischen Einzeldurchgangs. Oben werden zwei Bilder eines Gesichts (links) oder einer Hand (rechts) mit einem geringen Reizkontrast dargeboten. Der Kontrast im Bild ist höher als im Experiment unten. Ein typischer Einzeldurchgang beginnt mit der Darbietung eines Rauschbildes (4400 ms), gefolgt von einem Leerbild (300 ms) und einem Bild mit vorwiegend Gesicht- bzw. Handanteilen. Der Proband soll jeweils entscheiden, ob das zuletzt gezeigte Bild eher ein Gesicht oder eine Hand darstellt.

teilen spezialisiert sind. Beim Betrachten von Gesichtern wird z.B. das im Schläfenlappen befindliche fusiforme Gesichtsareal (fusiform face area, FFA) aktiviert. Ein weiteres Gesichtsareal liegt weiter hinten im Okzipitallappen (occipital face area, OFA). Das Betrachten anderer Körperteile, z.B. von Händen, löst hingegen selektiv Hirnaktivität im so genannten extrastriären Körperareal aus (EBA; extrastriate body area). Diese Spezialisierungen haben sich im Laufe der Phyloge-

nese entwickelt, sie spiegeln die große Bedeutung von Gesichtern und Händen in der Alltagswahrnehmung wider. Wie reagieren diese Hirnregionen auf mehrdeutige visuelle Reize? Um diese Frage zu untersuchen, verwendeten wir verrauschte, kontrastarme Bilder von Gesichtern und Händen und von Mischbildern (die computergraphisch überlagert werden), also Überlagerungen von Gesichtern und Händen. Beispiele für solche Mischbilder sind in [2] wiedergegeben.

Die Versuchspersonen hatten die Aufgabe, diese Bilder entweder der Kategorie „Gesicht“ oder der Kategorie „Hand“ zuzuordnen. Wahrnehmungsprozesse können untersucht werden, indem man die Aktivität einer bestimmten Hirnregion beim Betrachten eines Mischbildes aus 20% Gesicht und 80% Hand mit der Aktivität beim Betrachten eines Bildes mit dem umgekehrten Mischverhältnis vergleicht. Entscheidungsprozesse können untersucht werden, indem man die Aktivität der Region in abhängig von der Antwort des Probanden untersucht.

Mit der etablierten Methode zur Auswertung von fMRT-Daten (das allgemeine lineare Modell, GLM) kann untersucht werden, ob sich die mittlere Aktivierung einer Hirnregion zwischen zwei Versuchsbedingungen unterscheidet. Zusätzlich verwendeten wir multivariate Mustererkennungs-Algorithmen, um festzustellen, wie die Verteilung der Aktivierung innerhalb der verschiedenen Volumenelemente einer gegebenen Hirnregion mit den Urteilen der Probanden zusammenhängt. Trainiert wurden diese Mustererkennungs-Algorithmen anhand eindeutiger Reize, also 100% Gesicht oder 100% Hand. Da die Gesicht-Hand-Mischbilder unterschiedliche Aktivierungen in den verschiedenen Hirnregionen hervorrufen, können multivariate Verfahren dann eingesetzt werden, um die Urteile der Probanden bei nicht-eindeutiger Stimulation vorherzusagen.

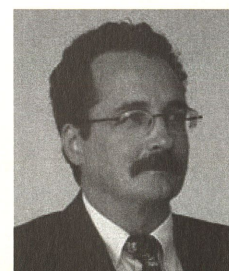
Um die Hirnregionen zu bestimmen, die beim individuellen Probanden für die Gesichts- bzw. Handwahrnehmung zuständig sind, wurden also zunächst kon-



Priv.-Doz. Dr. Dipl.-Biol. **Gyula Kovács**, geb. 1965 in Budapest, Ungarn. Studium der Biologie an der Universität Szeged, Ungarn, Promotion 1990. Postdoc-Aufenthalte an der Universität Leuven, dem Karolinska Institutet, der Universität Rochester. Habilitation 2003 an der Universität Pécs, Ungarn. Seit 2003 Associate Professor an der Universität für Technologie und Ökonomie in Budapest, Ungarn. Unterstützung des Aufenthalts an der Universität Regensburg durch die Europäische Kommission (FP 6, IST Programm Cognitive Systems, Projekt „Decisions in Motion“). **Forschungsgebiete:** funktionelle Magnetresonanztomographie, visuelle Psychophysik und Elektrophysiologie, Entscheidungsprozesse.



Dipl.-Psych. **Csaba Cziráki**, geb. 1980 in Budapest. Studium der Psychologie an der E. Lorand Universität Budapest. Seit 2008 Promotionsstudium am Institut für Psychologie der Universität Regensburg, gefördert durch ein Stipendium von BAYHOST. **Forschungsgebiete:** funktionelle Magnetresonanztomographie, visuelle Psychophysik und Elektrophysiologie, Entscheidungsprozesse.



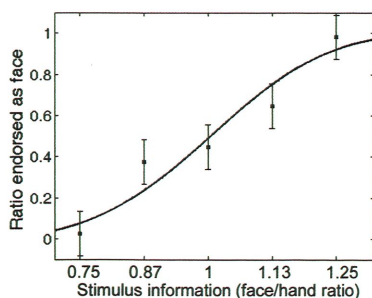
Prof. Dr. rer. nat. **Mark W. Greenlee**, geb. 1956 in Detroit Michigan, USA. Studium der Psychologie an der Universität Freiburg, Promotion 1986. Postdoc-Aufenthalte an den Universitäten Oslo, London und UCLA. Wiss. Assistent an der Universität Freiburg, dort 1989 Habilitation. 1995-1999 Schilling Professor an der Universität Freiburg, 1999-2003 an der Universität Oldenburg. Seit 2003 Professor an der Universität Regensburg, Leiter der Arbeitsgruppe für funktionelle Bildgebung. **Forschungsgebiete:** funktionelle Magnetresonanztomographie, visuelle Psychophysik, multisensorische Wahrnehmung, Entscheidungsprozesse, pathologisches Altern.



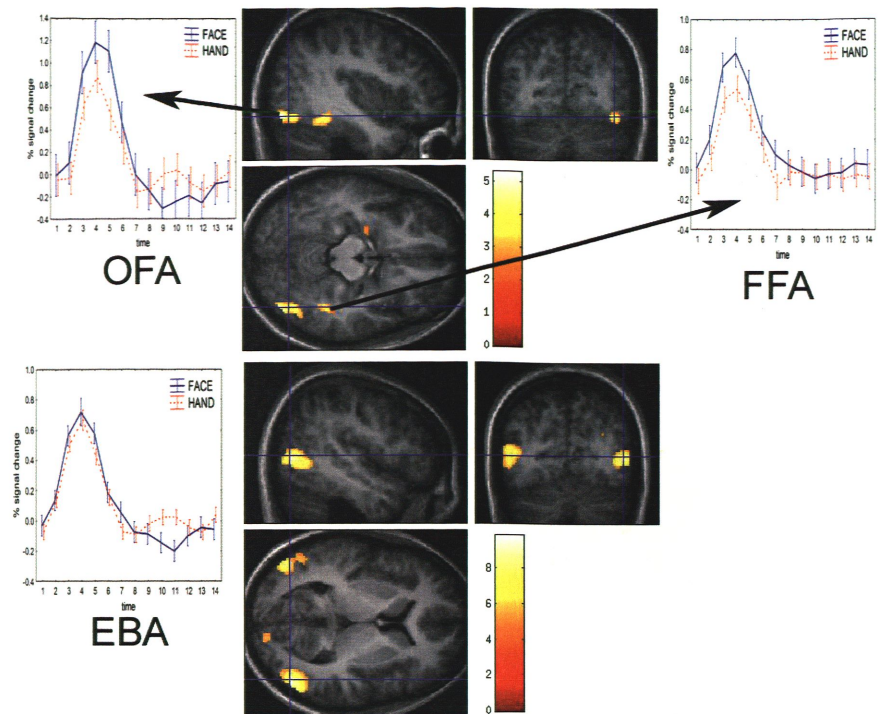
trastreiche Bilder von Gesichtern und Händen präsentiert. Die Aktivierung bei Gesichtern bzw. Händen wurde hierfür mit der Aktivierung verglichen, die durch reine Rauschbilder hervorgerufen wird. Im Hauptexperiment wurde dann untersucht, wie sich die Aktivität in diesen Regionen bei Reizunsicherheit verändert. Eine psychometrische Funktion, die den Zusammenhang zwischen dem Urteilsverhalten des Probanden und den relativen Anteilen von Gesicht und Hand im Mischbild wiedergibt, ist in [3] dargestellt. Je höher der Gesichtsanteil im Bild, desto höher ist die Häufigkeit der „Gesicht“-Antworten. Gesicht-Hand-Mischungen im Mischverhältnis 1:1 wurden in der Hälfte der Darbietungen als „Gesicht“ beurteilt, in der anderen Hälfte als „Hand“. Somit weisen die Daten auf ein ausgewogenes Antwortverhalten der fünf untersuchten Probanden hin.

### Die Hirnaktivität beim Urteil

[4] zeigt die Ergebnisse der Voruntersuchung, in der die Hirnregionen bestimmt wurden, die an der Wahrnehmung von Gesichtern und Händen beteiligt sind. Die Lage der Aktivierungen entspricht weitgehend den Ergebnissen bereits veröffentlichter Untersuchungen: Vergleicht man die Hirnaktivierung bei der Darstellung von Gesichtern mit der Hirnaktivierung bei reinem Rauschen, wird ein Unterschied im fusiformen Gesichtsareal und im okzipitalen Gesichtsareal sichtbar (FFA/OFA, siehe [4]). Im Gegensatz dazu



[3] Verhaltensdaten der fünf untersuchten Probanden bei der Beurteilung, ob ein Reiz ein Gesicht bzw. eine Hand abbildet. Das Verhältnis der „Gesichts“-Antworten wurde als eine Funktion der relativen Anteile der Gesichts- bzw. der Handinformationen im Bild dargestellt. Die Mischbilder wurden mit herkömmlichen Bildverarbeitungsprogrammen hergestellt. Je höher der „Gesichtsanteil“ im Bild, desto eindeutiger beurteilten die Probanden diese Reize als der Gesichtsklasse zugehörig.



[4] Die mittlere Lage des fusiformen Hirnareals (*fusiform face area*; FFA) und des okzipitalen Hirnareals (*occipital face area*; OFA), sowie des extrastriären Hirnareals (*extrastriate body area*; EBA) wurde auf ein aus den fünf untersuchten Probanden konstruiertes „Durchschnittshirn“ projiziert. Die Kurven zeigen den mittleren Verlauf der Hirnaktivierung für ambige Gesicht-Hand-Mischbilder (Zeit in Messzeitpunkten dargestellt, jeder Messzeitpunkt entsprach 1,5 Sekunden). Die blauen Kurven geben die Hirnaktivität bei Durchgängen wieder, in denen die Mischbilder mit dominierendem Gesichtsanteil dargeboten wurden, die roten Kurven die Hirnaktivität der Durchgänge, bei denen der Handanteil überwog.

wird beim Vergleich Hand vs. Rauschen ein Aktivierungsunterschied in einem Hirnareal sichtbar, das als extrastriäres Körperareal (EBA) bezeichnet wird ([4] unten).

Offen bleibt, ob die Verteilung der Aktivierung in den drei Regionen einen Hinweis auf Wahrnehmungsprozesse geben kann, um die neuronalen Grundlagen des Urteilsverhaltens der Probanden besser zu verstehen.

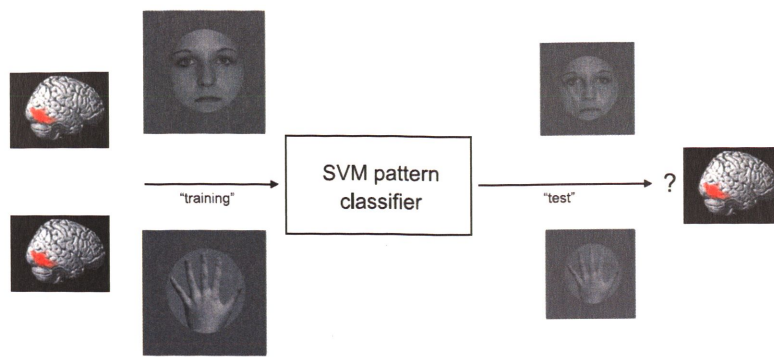
Zur Beantwortung dieser Frage verwendeten wir eine herkömmliche GLM-Analyse, um die Aktivierung in den drei untersuchten Hirnregionen zu extrahieren. Der Aktivierungsverlauf für Mischbilder mit überwiegendem Gesichts- und überwiegendem Handanteil in [4] dargestellt. Man sieht, dass Mischbilder mit dominierendem Gesichtsanteil höhere Hirnaktivität in Gesichtsarealen (FFA, OFA, [4] oben) hervorrufen, wohingegen Stimuli mit überwiegendem Handanteil eine nur geringfügig höhere Aktivität im Körperareal (EBA, [4] unten) hervorrufen. Aktivierungen in den gesichtsspezifischen Arealen FFA und OFA scheinen also zum Entscheidungsprozess bei uneindeutigen Reizen beizutragen. EBA scheint hierbei nur eine untergeordnete Rolle zu spielen.

Das allgemeine lineare Modell trifft Aussagen über Hirnaktivierung anhand der mittleren Amplitude des BOLD-Signals in einer gegebenen Hirnregion. Durch Mittelwertbildung und räumliche Glättung gehen mögliche Unterschiede in der Verteilung der Aktivierung innerhalb der Region verloren. Multivariate Mustererkennung kann verwendet werden, um Regelmäßigkeiten in der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Hirnaktivierung innerhalb einer Hirnregion zu erkennen. Für eine verfeinerte Analyse dieser Aktivierungsmuster verwendeten wir lineare Support Vector Machines.

### Multivariate Analysen von Bildreihen der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT)

Die sogenannten multivariaten Verfahren für die Analyse funktioneller MRT-Bildreihen verwenden die zeitlichen Informationen jedes Volumenelements (Voxel), um eine genaue Zuordnung der Hirnaktivität zu bestimmten vorgegebenen Klassen von Wahrnehmungen bzw. bewussten Entscheidungen durchzuführen. Dabei handelt es sich um die oben beschriebenen BOLD-Signalverläufe nach Stimulation





[5] Schematische Darstellung der Anwendung von multivariaten Mustererkennungsalgorithmen zur Zuordnung der Hirnaktivität während der Gesicht-Hand-Klassifikationsaufgabe. Der Algorithmus wird zuerst mittels eindeutig klassifizierbarer Reize trainiert. Danach wird der Algorithmus eingesetzt, um eine Vorhersage zu treffen, ob sich der Proband bei einem bestimmten Durchgang für die eine oder andere Kategorie entscheiden wird.

mit visuellen Reizen bestimmter Objektklassen. Sind die Bilder eindeutig zuzuordnen, so treffen die Probanden in beinahe 100% der Darbietungen die korrekte Zuordnung (vergleiche [3]). In solchen Fällen sind die gewonnenen BOLD-Signalamplituden in den entsprechenden Hirnarealen eindeutig unterschiedlich und die Aufgabe ist einfach. Basierend auf der durchschnittlichen Aktivität der Hirnareale kann man erkennen, ob im entsprechenden Durchgang ein Gesicht oder eine Hand dargeboten wurde. Sind die Bilder verrauscht und kontrastarm [2] so ist die Wahrnehmung nicht eindeutig: Mal entscheidet sich der Proband für die Klasse „Gesicht“, mal für die Klasse „Hand“. Ebenfalls uneindeutig sind die mittleren Hirnaktivitäten bzw. BOLD-Signale in den entsprechenden Hirnarealen. Mit der Methode der „Support Vector Machine (SVM)“ bzw. der multivariaten Klassifizierung wird die gesamte Information aller Voxel ausgenutzt, um eine korrekte Klassifizierung vorzunehmen. Der SVM-Ansatz kommt aus der „Machine-Learning“-Forschung, welche eine multidimensionale Klassifizierung anhand bekannter Klassen vornimmt. Dieses Verfahren wird in der vorliegenden Arbeit eingesetzt, um Wahrnehmungszustände bestimmter Reizkategorien zuzuordnen. Durch die Voruntersuchung mit eindeutigen Bildern von Gesichtern und Händen können wir diejenigen Voxel in den fMRT-Bildreihen bestimmen, die die meisten Informationen über die Reizkategorisierung liefern. Die Signalverläufe in den erkannten Voxel werden dann analysiert, wenn den Probanden ambige Bilder gezeigt werden. Gibt es einen Zusammenhang zwischen Hirnaktivität und Wahrnehmungszustän-

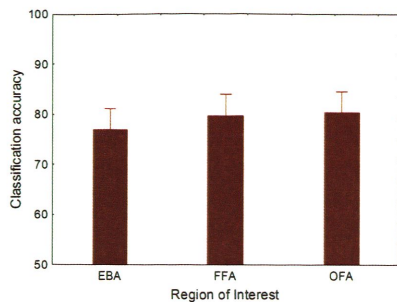
den der Probanden, so kann man verschiedene Zustände des Gehirns den jeweiligen Reizkategorien zuordnen. Damit erkennen wir aus den Hirnantworten, welche Wahrnehmungseindrücke bei zweideutigen Bildern im Bewusstsein der Probanden entstehen. [5] zeigt schematisch, wie man Hirnaktivierungen bei Unterscheidungsaufgaben mit einem Mustererkennungsalgorithmus zunächst klassifiziert („training“) und dann neu erhobene Daten vorhersagt („test“). Die Trefferwahrscheinlichkeit des Algorithmus ist in [6] dargestellt. Weil es keine „korrekten Antworten“ bei ambigen Mischbildern gibt, versucht der Algorithmus auf der Grundlage der momentanen Hirnaktivität vorherzusagen, welche Entscheidung vom Probanden getroffen wird. Berücksichtigt man eine Trefferrate von 50% bei reinem Raten, erkennt man, dass die Anwendung des Mustererkennungs-Algorithmus eine überzufällig häufige korrekte Zuordnung zulässt. Dies ist mit Ergebnissen bei ambigen Bewegungsreizen vergleichbar. Urteile können mit ca. 75%iger Wahrscheinlichkeit korrekt vorhergesagt werden, wenn Personen einen ambigen Reiz klassifizieren sollen. Die Vorhersage ist nicht perfekt und daher kein wirkliches Gedankenlesen, aber die Ergebnisse legen nahe, dass die Methode eingesetzt werden kann, um dominierende Wahrnehmungsinhalte bei mehrdeutigen Reizen wiederzugeben. Die Klassifikationsgenauigkeit in [6] zeigt, dass die genaue Verteilung der Aktivierung über die Volumeneinheiten einer Region wie FFA und OFA eine Vorhersage zulässt, die deutlich oberhalb des Ratewahrscheinlichkeitsniveaus liegt. In-

teressanterweise zeigen die Ergebnisse, dass auch das Areal EBA ein Aktivierungsmuster aufweist, das eine zuverlässige Einschätzung der Klassifizierungsurteile der Probanden ermöglicht. Dieses Ergebnis weist darauf hin, dass die multivariaten Mustererkennungsalgorithmen eine bessere Vorhersage als die herkömmlichen GLM-Verfahren liefern können.

## Die Vorhersage der Sinneseindrücke durch Hirnaktivität

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass Wahrnehmungsurteile von Probanden, die ambige Reize einordnen sollen, mit fMRT klassifiziert werden können. Diese Klassifizierung bezieht sich auf den Eindruck, den ein Bild in einem Versuchsdurchgang beim Beurteiler hinterlässt. Das in der Untersuchung verwendete Bildmaterial war verrauscht und enthielt daher wenig eindeutige, kategoriespezifische Information. Dies legt den Schluss nahe, dass die Aktivität in höheren visuellen Hirnregionen mehr über Entscheidungsprozesse aussagt. Die Hirnaktivität, die ausschließlich vom Reiz hervorgerufen wird, sollte bei den Urteilen „Gesicht“ bzw. „Hand“ in beiden Fällen gleich sein, weil die ambigen Reize identisch sind. Auf welcher Ebene der sensorischen Verarbeitung kann die neuronale Aktivität direkte Hinweise auf die momentane bewusste Wahrnehmung geben? Die Klassifikationsurteile der Probanden konnten auch bei vollkommen ambigen Reizen (Mischungsverhältnis 1:1) zuverlässig vorhergesagt werden [6]. Die Aktivität in den Arealen FFA, OFA und EBA scheint daher nicht nur sensorische Verarbeitung, sondern auch höhere kognitive Prozesse der Kategorisierung widerzuspiegeln. Abschließend soll angemerkt werden, dass die Fähigkeit der fMRT-Methode, innere Zustände („mind-reading“) des Menschen zu erfassen, begrenzt ist, trotz der Fortschritte bei der Gewinnung von Informationen aus verrauschten MR-Bildern des Gehirns. Obwohl wir in der Lage sind, zu bestimmen, welchen Wahrnehmungseindruck ein ambiges Reizexemplar auslöst, können wir die exakte mentale Repräsentation von Gesichtern und Händen noch lange nicht entschlüsseln. Selbst für die Kategorisierung einfacher Reize, wie sie in dieser Arbeit untersucht wurden, wird eine Vielzahl verschiedener Hirnregionen eingesetzt. Unser Ansatz, die Aktivität bereits bekannter Areale genauer zu analysieren, wird auch





[6] Die mittlere Klassifikationsgenauigkeit vom SVM für die drei untersuchten Hirnregionen (FFA, OFA, EBA).

mittelfristig nur einen Bruchteil der Hirnprozesse berücksichtigen können, die die neuronale Grundlage komplexer geistiger Leistungen sind.

## Literatur

Christopher J.C. Burges, A tutorial on support vector machines for pattern recognition. *Data Mining Knowledge Discovery* 2 (1998), 121-167.

Kalanit Grill-Spector, Tammar Kushnir, Shimon Edelman, Galia Avidan, Yacov Itzhak, Rafael Malach, Differential processing of objects under various viewing conditions in the human lateral occipital complex. *Neuron* 24 (1999), 187-203.

John-Dylan Haynes, Geraint Rees, Decoding mental states from brain activity in humans. *Nature Reviews Neuroscience* 7 (2006), 523-534.

Nancy Kanwisher, Galit Yovel, The fusiform face area: a cortical region specialized for the perception of faces. *Philosophical transactions of*

the Royal Society of London Series B, Biological sciences 361 (2006), 2109-2128.

Hans Op De Beeck, Johannes Haushofer, Nancy Kanwisher, Interpreting fMRI data: maps, modules and dimensions. *Nature Reviews Neuroscience* 9 (2008), 123-135.

John T. Serences, Geoffrey M. Boynton, The representation of behavioral choice for motion in the human visual cortex *Journal of Neuroscience* 27 (2007), 12893-12899.

Nikos K. Logothetis. What we can do and what we cannot do with fMRI. *Nature* 453 (2008), 869-78.

Gyula Kovacs, Csaba Cziraki, Zoltan Vidnyanszky, Stephan Schweinberger, Mark W. Greenlee. Position-specific and position invariant face aftereffects reflect the adaptation of different cortical areas. *Neuroimage Advance Online Access* 2008.07.11.

[www.bioregio-regensburg.de](http://www.bioregio-regensburg.de)

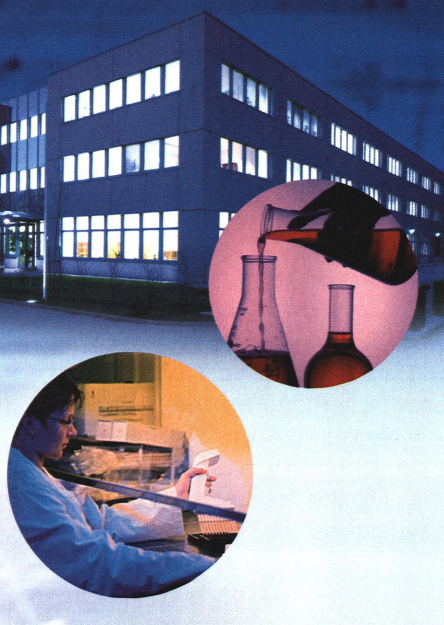
## Biotechnologie – Zukunft für Regensburg

Die BioPark Regensburg GmbH ist das administrative Zentrum und die Managementeinheit des Biotechnologie-Clusters BioRegio Regensburg in Ostbayern. Derzeit sind 40 Firmen im Bereich Life Sciences mit über 2400 Mitarbeitern in der Region tätig. Sie ist damit nach München die zweitgrößte Biotechnologieregion in Bayern.

Der BioPark bietet 12.000 m<sup>2</sup> Nutzungsfläche, davon 6000 m<sup>2</sup> modernste Laborräume. Derzeit sind 22 Mieter mit 500 Mitarbeitern in den beiden voll ausgelasteten BioPark-Gebäuden ansässig; vom börsennotierten Unternehmen (Geneart AG), internationalem Unternehmen (US Amgen Research GmbH), Pharmaunternehmen (Antisense Pharma GmbH) bis hin zum start-up Unternehmen (LipoFIT GmbH). BioPark III ist mit weiteren 6.000 m<sup>2</sup> für 2010 in Planung.

Auf dem Gelände der Universität Regensburg angesiedelt bietet der BioPark kurze Wege zu Forschung und Entwicklung. Im BioPark sind daher universitäre Einrichtungen (Institut für Genomik) und eine Fraunhofer Projektgruppe in direkter Nähe zu unseren Unternehmen tätig.

Besuchen Sie uns im Internet: [www.bioregio-regensburg.de](http://www.bioregio-regensburg.de)



**BIO PARK**  
REGENSBURG GMBH

Josef-Engert-Str. 9 · D-93053 Regensburg · Fon: +49 941 92046-0 · Fax: +49 941 92046-24 · E-Mail: [info@biopark-regensburg.de](mailto:info@biopark-regensburg.de)



Christian Ertler und Jaroslav Fabian

# „Die spinnen, die Elektronen“

## Spintronik: Die Zukunft der Informationstechnologie?

*Wir leben in einer Zeit, die man durchaus treffend auch als das „Siliziumzeitalter“ bezeichnen könnte – die rasante Entwicklung der zum Großteil auf dem Halbleitermaterial Silizium basierenden Mikroelektronik in den letzten Jahrzehnten hat unser Leben in vielen Bereichen grundlegend verändert. Der Computer und dessen vielgestaltete Anwendungen sind für viele Menschen kaum wegdenkbare Alltagsgegenstände geworden. Die immense Leistungssteigerung der Rechner beruhte bisher im Wesentlichen auf der ständigen Miniaturisierung der grundlegenden Bauelemente. Obwohl dafür das Ende noch nicht erreicht ist, scheint es doch im nächsten Jahrzehnt absehbar zu sein. Deshalb sieht man sich bereits heute nach neuen Alternativen um. Die Spintronik stellt einen möglichen Alternativansatz dar, der die Entwicklung der Informationstechnologie noch weiter vorantreiben könnte. Die jüngste Vergabe des Physiknobelpreises 2007 an den Deutschen Peter Grünberg und den Franzosen Albert Fert für die Entdeckung des Effektes des Riesenmagnetowiderstandes, kurz auch als GMR (= Giant Magnetoresistance) bezeichnet, belegt die großen Hoffnungen, die mit dem jungen Forschungsgebiet der Spintronik verbunden sind.*

### Einleitung

Die Erfindung des Transistors im Jahre 1947 durch John Bardeen, Walter Brattain und William B. Shockley, die dafür auch später mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet wurden, leitete eine

atemberaubende, in der bisherigen Geschichte unvergleichlich rasante Entwicklung der Mikroelektronik ein, die weitreichende Veränderungen für unsere gesamte Gesellschaft mit sich brachte. In der Tat kann man behaupten, dass diese digitale Revolution der letzten sechzig Jahre die Basis für die Entwicklung hin zu einer postindustriellen Informationsgesellschaft gelegt hat. Die damit einhergehenden technologischen Entwicklungen, allen voran die von elektronischen Rechenmaschinen, bahnte völlig neue

Möglichkeiten für die Verarbeitung und Speicherung von Daten. Die weltweite Vernetzung der einzelnen lokalen Rechnerstationen eröffnete neue Kommunikationswege, auf denen heutzutage gewaltige Informationsströme fließen, die, zusammen mit den reellen Personen- und Warenströmen, das Rückgrat unserer globalisierten Weltwirtschaft bilden. Kurz gesagt, ohne Computer und Datenautobahnen scheint heute nichts mehr zu laufen. Es besteht daher natürlich ein großes technologisches und vor allem auch



Dr. **Christian Ertler**, geb. 1978 in Gnas (Steiermark), Österreich. 1996–2001 Studium der Technischen Physik an der Technischen Universität Graz, Österreich. 2001–2004 Promotion an der Technischen Universität Graz bei Prof. Dr. Ferdinand Schürer auf dem Gebiet der Transportsimulation in Halbleiterbauelementen. 2005 Wiss. Assistent bei Prof. Dr. Ferdinand Schürer am Institut für Theoretische Physik – Computational Physics, Technische Universität Graz. Seit 2006 Assistent bei Prof. Dr. Jaroslav Fabian am Institut für Theoretische Physik an der Universität Regensburg.

**Forschungsschwerpunkte:** Transport in mesoskopischen Strukturen und Halbleiterbauelementen, Halbleiterspintronik, Modellierung und Entwicklung neuartiger Konzepte für Spintronikbauelemente.



Prof. Dr. **Jaroslav Fabian**, geb. 1967 in Spisska Nova Ves, Slowakei, 1985–1990 Studium der Physik an der Comenius Universität, Bratislava, Slowakei. 1991–1993 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Comenius Universität, Bratislava unter Prof. Dr. Milan Noga. 1993–1997 nach Erhalt des Fulbright Stipendiums Doktorat und Promotion an der State University of New York in Stony Brook (USA) bei Prof. Dr. Philip Allen auf dem Gebiet der Atomschwingungen in amorphen Materialien. 1997–2000 Wiss. Assistent bei Prof. Dr. Sankar Das Sarma an der University of Maryland in College Park (USA) auf dem Gebiet der Spintronik. 2000 Wiss. Assistent am Max-Planck-Institut für komplexe Systeme in Dresden. 2001–2004 Assistenzprofessor an der Karl Franzens Universität in Graz, Österreich. 2004 Habilitation und Ernennung zum außerordentlichen Professor an der Karl Franzens Universität, Graz. Seit 2004 Universitätsprofessor am Institut für Theoretische Physik, Universität Regensburg.

**Forschungsschwerpunkte:** Ungeordnete Systeme und Gläser, mesoskopische Physik, Spintronik; im speziellen: spin-polarisierter Transport, Tunneln durch magnetische Systeme, ab-initio-Berechnungen von Spintronikmaterialien und niedrigdimensionalen Heterostrukturen, Spintransport und Spinverschränkung in Quantenpunkten, Entwicklung und Analyse neuer Konzepte für Spintronikbauelemente.

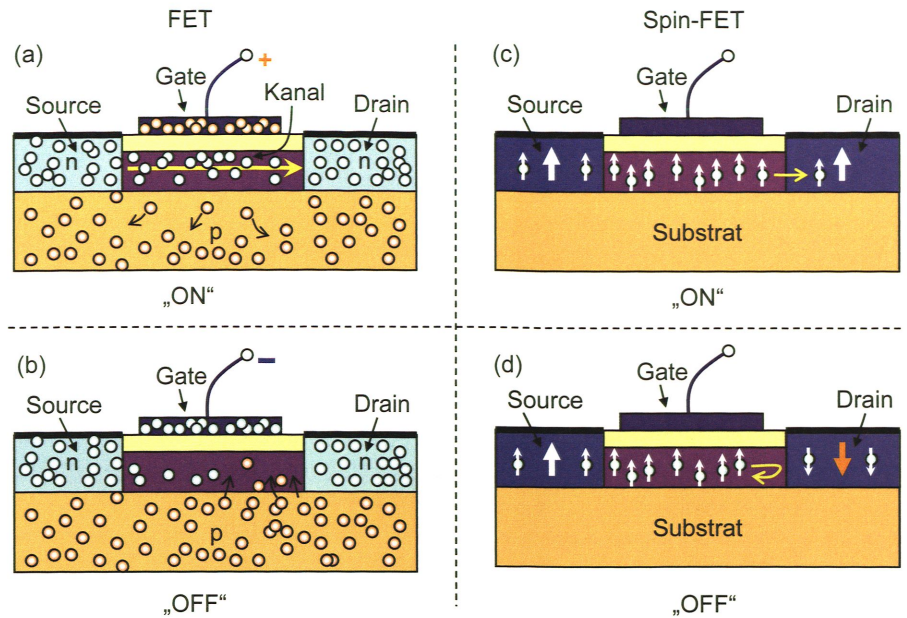


wirtschaftliches Interesse daran, neue Wege zu finden, um diese gewaltigen Datenmengen noch schneller und energieeffizienter zu verarbeiten bzw. auf noch kleinerem Raum zu speichern. Und für die Bewältigung dieser Herausforderungen könnte die Spinelektronik, meist kurz als Spintronik bezeichnet, einen wesentlichen Beitrag liefern.

## Elektronik und Transistor

Aber bevor wir die Grundidee der Spintronik diskutieren, sollten wir verstehen, auf welcher physikalischen Basis eigentlich die herkömmliche Elektronik beruht. Was macht so ein Transistor überhaupt, der auf modernen Computerchips in milliardenfacher Ausführung zu finden ist? Bekanntlich kann man bei Verwendung des binären Zahlensystems beliebige Informationen in langen Sequenzen von Nullen und Einsen codieren, wobei ein einzelnes Bit, das entweder „1“ oder „0“ ist, den kleinstmöglichen Informationsgehalt trägt. Die grundlegende Idee der Elektronik besteht nun darin, dass ein Bit physikalisch durch einen Strom von Elektronen realisiert wird: fließen Elektronen, ist man im Zustand „1“, fließt kein Strom, hat man eine „0“. Dass man dafür gerade Elektronen verwendet, liegt einfach daran, dass sie als elementare Grundbausteine unserer Materie allgegenwärtig sind (Elektronen sind die Quantenteilchen, die in einem Atom um den kompakten schweren, aus Protonen und Neutronen bestehenden Atomkern schwirren). Im festen Aggregatzustand der Materie binden sich Milliarden von Atomen zwecks Minimierung ihrer Gesamtenergie aneinander. Dabei ordnen sich die Atome in einem sich ständig wiederholenden Muster an, vergleichbar mit einer Tapete, die mit den immer gleichen Motiven bedruckt ist. In solchen periodischen Strukturen fühlen sich Elektronen wie Fische im Wasser und können sich ganz frei zwischen den vielen Atomen hin- und herbewegen. Das Vorhandensein solcher „freien“ Elektronenzustände im kristallinen Festkörper und das überaus vorteilhafte Verhältnis zwischen geringer Masse und großer Ladung (Elektronen besitzen die gleiche Ladungsmenge wie Protonen, obwohl Protonen fast um das 2000-fache schwerer sind) machen Elektronen zum idealen Kandidaten für eine strombasierte Kodierung von binärer Information.

In einem Feldeffekttransistor, wie in [1a] skizziert, wird nun der Strom von Elek-



[1] Vergleichende schematische Darstellung eines konventionellen Feldeffekttransistors (FET) im (a) „ON“-Zustand mit positiver Gatespannung bzw. im (b) „OFF“-Zustand bei negativer Gatespannung und eines Spinfeldtransistors (SFET) im (c) „ON“- und (d) „OFF“-Zustand bei paralleler bzw. antiparalleler Magnetisierung der ferromagnetischen Source- und Drainelektroden.

tronen mit Hilfe einer sogenannten Gateelektrode, meist als „Gate“ bezeichnet, gesteuert. Ein Transistor besteht aus zwei Elektronenreservoirs, die als Elektronenquelle und -senke dienen, und daher als „Source“ und „Drain“ bezeichnet werden und die durch einen Elektronenkanal (meist aus Silizium), in dem die Elektronen fließen können, miteinander verbunden sind. Befinden sich negative Ladungen auf der Gatterelektrode, die durch eine äußere Stromquelle (z.B. einer Batterie) dorthin gebracht werden können, entsteht ein elektrisches Feld, das den Kanal schließt, so dass kein Elektronenstrom mehr vom Source- zum Drainreservoir fließen kann: der Transistor ist im „OFF“- bzw. „0“-Zustand (siehe [1b]). Bringt man jedoch positive Ladung auf die Gatterelektrode, wird der Kanal geöffnet und Elektronen fließen zwischen Source und Drain, falls man eine Spannung zwischen beiden Kontakten anlegt: der Transistor ist im „ON“- bzw. „1“-Zustand, wie in [1a] gezeigt.

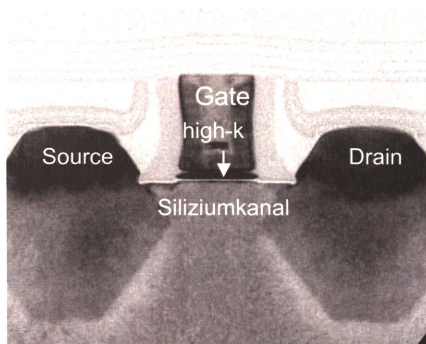
Mit Hilfe zweier solcher Transistoren lassen sich dann logische Operatoren wie z.B. „AND“ und „OR“ realisieren und durch geeignete Verknüpfung vieler Transistoren schließlich ganze Prozessoreinheiten (CPUs). Die gewaltige Leistungssteigerung der Mikroelektronik in den letzten Jahrzehnten, allgemein auch als „Moore’s Law“ bekannt, welches besagt, dass sich die Leistungsfähigkeit von Mikroprozessoren ungefähr alle zwei Jahre verdoppelt, beruht im Wesentlichen darauf, dass die einzelnen Transistoren immer kleiner und

kleiner hergestellt werden können und man daher immer mehr von ihnen auf einem einzelnen Chip unterbringen kann. Momentan beträgt die Kanallänge von konventionellen Transistoren nur mehr um die 45 Nanometer (1 Nanometer = 1 Milliardstel Meter), zum Vergleich: vor zehn Jahren betrug sie noch einen Mikrometer (= 1 Millionstel Meter). [2] zeigt ein Tunnelelektronenmikroskop(TEM)-Bild der neuesten 45-nm-Transistorgeneration von einem der führenden Chiphersteller. Diese Miniaturisierung wird in den nächsten Jahren bzw. im nächsten Jahrzehnt noch weiter voranschreiten, obwohl die damit einhergehenden technischen Probleme und Herausforderungen immer schwieriger zu lösen sind und man an die Grenzen der Niedrigskalierung zu stoßen scheint. Daher sucht man bereits heute nach neuen, alternativen Ansätzen. Die Spintronik ist dafür ein sehr vielversprechender Kandidat, zumal sie bereits zum heutigen Zeitpunkt einige wichtige technologische Neuerungen, wie z.B. das GMR-Bauelement, hervorgebracht hat.

## Spintronik

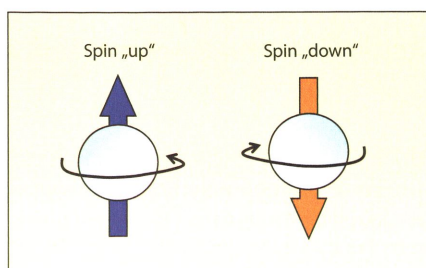
Worauf beruht nun die Spintronik? Elektronen sind nicht nur Träger einer Ladungsmenge, sie besitzen darüber hinaus auch noch einen sogenannten Spin. Den Ursprung des Spins kann man eigentlich nur im Rahmen der relativistischen Quantenmechanik (= Quantenmechanik + spezielle Relativitätstheorie) verstehen, aber





[2] Tunnelelektronenmikroskop(TEM)-Bild eines Feldeffekttransistors der neuesten 45-Nanometer-Generation der Intel® Corporation. Der Kanal besteht aus gestrecktem Silizium, in dem sich die Elektronen noch schneller bewegen können als in herkömmlichem Silizium. Die wesentliche Neuerung besteht in der Verwendung einer auf Hafnium basierenden Isolatorschicht (High-k Schicht) zwischen dem Kanal und der Metallgatterelektrode (Gate), die die bisher übliche Siliziumoxidschicht ersetzt. (Bildquelle: K. Mistry et al., Electron Devices Meeting 2007, pp. 247-250, © 2007 IEEE)

in einem groben (und daher leider auch falschen) Bild kann man sich vorstellen, dass sich das Elektron um die eigene Achse dreht. Etwas besser formuliert: das Elektron besitzt einen Eigendrehimpuls, den man aus dem Englischen kommend eben kurz auch als Spin bezeichnet („to spin“ = drehen, herumwirbeln). Je nach Rotationsrichtung spricht man vom Spin „up“- oder Spin „down“-Zustand, wie in [3] angedeutet. Diese Eigendrehung des Elektrons oder besser sein Spin führt zu einem kleinen magnetischen Moment. Daher kann man den Spinzustand des Elektrons durch äußere Magnetfelder beeinflussen. Die grundlegende Idee der Spintronik besteht nun darin, diesen weiteren Freiheitsgrad des Elektrons in irgendeiner Form zum Zwecke der Informationsverarbeitung nutzbar zu machen. Dafür gibt es nun zwei unterschiedliche Ansätze, die wir hier kurz als „evolutionär“ und „revolutionär“ bezeichnen wollen. In einem eher „evolutionären“ Ansatz bleibt die binäre Information, wie in der



[3] Bildliche naive Interpretation von Spin „up“- und Spin „down“-Zustand des Elektronenspins als Eigendrehung mit unterschiedlicher Rotationsrichtung.

herkömmlichen Elektronik, durch das Fließen bzw. Nichtfließen von Elektronen physikalisch realisiert. Die Ströme werden jedoch in Abhängigkeit des Spinzustands ein- und ausgeschaltet bzw. moduliert. Das kann man am besten anhand des in [1b] schematisch skizzierten Spin-Transistors einsehen. Hier besteht die Source- und Drainelektrode im Gegensatz zum herkömmlichen Transistor aus einem ferromagnetischen Metall. In einem Ferromagneten, wie z.B. Eisen, richten sich die vorhandenen magnetischen Momente, die letztlich auch auf den Spins von Elektronen beruhen, alle in eine gemeinsame Richtung (die sogenannte Magnetisierungsrichtung) aus und erzeugen dadurch ein starkes äußeres Magnetfeld. Die Elektronen, die durch den Kanal von Source zu Drain strömen, kommen dort nur an, wenn ihr Spin parallel zur Magnetisierungsrichtung der Drainelektrode ausgerichtet ist, ansonsten werden sie abgeblockt. Kurz gesagt, der Spintransistor ist im „ON“-Zustand, falls die Source- und Drainmagnetisierungen parallel sind; im antiparallelen Fall ist der Transistor „OFF“. Dadurch wird der Elektronenfluss direkt vom Zustand des Elektronenspin abhängig, den man, verglichen mit der fürs Ein- bzw. Ausschalten benötigten Zeit und Energie eines herkömmlichen Transistors, viel schneller und energieeffizienter manipulieren kann. Ein weiterer überaus wichtiger Vorteil des Spintransistors besteht darin, dass der „ON“- und „OFF“-Zustand auch ohne angelegte Spannung erhalten bleibt, da diese ja in der „nichtvergänglichen“ relativen Ausrichtung der Magnetisierungen der Source- und Drainelektrode gespeichert ist. Damit ließe sich einiges an Energie sparen und man könnte z.B. den Computer abrupt ausschalten, ohne dass dabei irgendwelche Daten verloren gingen.

In einem anderen „revolutionären“ Ansatz möchte man Information direkt mit Hilfe des Spins anstatt des Elektronenstromes kodieren. Der Spin „up“- bzw. Spin „down“-Zustand würde dann eine „1“ bzw. „0“ repräsentieren. Da der Spin eigentlich ein rein quantenmechanisches Konzept darstellt, das kein klassisches Analogon besitzt, ließen sich damit einige sehr interessante Dinge verwirklichen. So ist es eine klassisch kaum vorstellbare Eigenart der Quantenmechanik, dass auch Spinzustände möglich sind, die als gleichzeitige Überlagerung von Spin „up“- und Spin „down“-Zustand aufgefasst werden können, was gewissermaßen einer Mischung von „1“ und „0“ entspre-

chen würde. Man spricht daher auch vom sogenannten Quantenbit oder kurz Qubit. Im Rahmen der Quanteninformatiktheorie kann gezeigt werden, dass in einem Quantencomputer, der mit Qubits anstelle von klassischen Bits arbeitet, völlig neue Arten von Algorithmen möglich wären, mit denen man einige (aber nicht alle) Probleme extrem viel schneller lösen könnte als mit herkömmlichen „klassischen“ Computern.

Obwohl schon einige wichtige und interessante Fortschritte erzielt wurden, ist die Realisierung eines funktionierenden Quantencomputers heute noch kaum absehbar. Dagegen werden in den ersten „evolutionären“ Ansatz große Hoffnungen gesetzt, dass dieser schon in nächster Zukunft, vielleicht in den kommenden fünf bis zehn Jahren, weitere völlig neuartige Entwicklungen und wirklich handfeste Anwendungen ermöglichen wird. Im Folgenden möchten wir daher kurz einige Spintronik-Bauelemente vorstellen; zunächst das wichtigste bereits realisierte, heute schon in jedem Computer bzw. Laptop zu findende Riesen- bzw. Tunnelmagnetowiderstand-Bauelement und dann einige im Rahmen unserer eigenen Forschungstätigkeit untersuchten Konzeptstudien von möglichen neuen Spintronik-Komponenten.

### Der Riesen-Magnetowiderstand (GMR)

Als wiederbeschreibbares Speichermedium von Daten werden in heutigen Computern bekannterweise Festplatten verwendet. Dies sind Platten, die mit einer magnetischen Oberfläche beschichtet und auf denen Daten durch die unterschiedliche Magnetisierung von kleinen magnetischen Domänen gespeichert sind. Durch kleine elektrische Ströme kann man die Magnetisierung der einzelnen Domänen umpolen und dadurch die gespeicherten Daten verändern. Das Auslesen der gespeicherten Information erfolgt mit Hilfe eines Lesekopfes, der in seiner heutigen Form auf dem Effekt des Riesenmagnetowiderstandes, oder kurz GMR für Giant Magnetoresistance, beruht. Für dessen experimentelle Entdeckung wurden der Franzose Albert Fert und der Deutsche Peter Grünberg vor kurzem mit dem Physiknobelpreis 2007 ausgezeichnet. (Interessierte können die populärwissenschaftlichen Nobelpreisvorlesungen auf der Internetseite [http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/2007](http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2007) finden). Die Verwendung von GMR-basierten Leseköpfen ermöglichte es, in kürzester Zeit

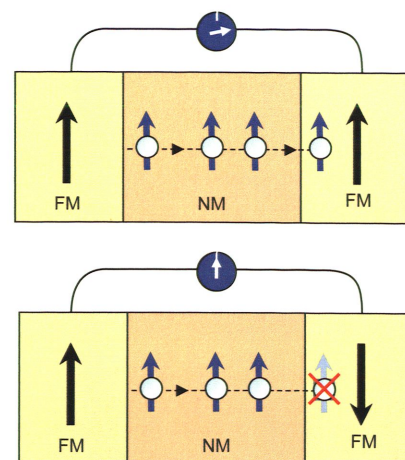


die Speicherkapazitäten von einigen wenigen Gigabytes auf mehrere hunderte von Gigabytes zu erhöhen. Das Grundkonzept des Effekts ist leicht umrissen und in [4] dargestellt: Wenn man die relative Magnetisierung zweier ferromagnetischer Metallschichten, die nur durch eine einige Nanometer dicke nichtmagnetische Schicht getrennt sind, verändert, ändert sich der gesamte elektrische Widerstand der Dreischichtenstruktur. Bei angelegter Spannung verändert sich demzufolge der durchfließende Strom. Der Effekt kann bei Raumtemperatur um die 50% betragen, was „riesig“ ist im Vergleich zu früher entdeckten, ähnlichen Effekten. Der elektrische Widerstand ist üblicherweise am größten für die antiparallele Ausrichtung und am kleinsten bei paralleler Orientierung der Magnetisierungen.

Solch ein GMR-Element kann nun dazu verwendet werden, Informationen von einer Festplatte zu lesen, wie es in [5] illustriert ist. Dazu muss man wissen, dass ein zur Platte senkrecht magnetisches Streufeld entsteht, wenn zwei benachbarte Domänen antiparallel orientiert sind, während dies bei einer parallelen Ausrichtung nicht der Fall ist. Führt man nun mit einem GMR-Element über den Domänenstreifen und trifft man auf ein magnetisches Streufeld, so wird die relative Magnetisierung des GMR-Elements verändert, was man durch die damit einhergehende Veränderung des elektrischen Widerstandes (bzw. fließenden Stromes) messen kann. Damit lässt sich einfach feststellen, ob benachbarte Domänen parallel oder antiparallel ausgerichtet sind, also ob eine „1“ oder „0“ gespeichert ist. Da das GMR-Element so empfindlich ist, kann man viel kleinere magnetische Domänen verwenden als früher, und dadurch kann man auch mehr Daten auf der gleichen Fläche speichern. Es sei noch erwähnt, dass in der neuesten Generation von Leseköpfen bereits eine neue Technologie beruhend auf sogenannten Tunnelmagnetowiderstands-Bauelementen, kurz TMR für Tunneling Magnetoresistance, die noch empfindlicher als die GMR-Elemente sind, verwendet wird. TMR-Elemente sind ganz ähnlich wie GMR-Elemente aufgebaut, besitzen jedoch eine noch dünnere isolierende Trennschicht zwischen den magnetischen Schichten. Ihr Name rührt daher, dass Elektronen durch diese sehr dünne Schicht „tunneln“ müssen, um auf der anderen Seite anzukommen. Diesen rein quantenmechanischen Effekt des Tunnelns werden wir im Weiteren noch näher kennenlernen.

## Halbleiter-Spintronik-Bauelemente

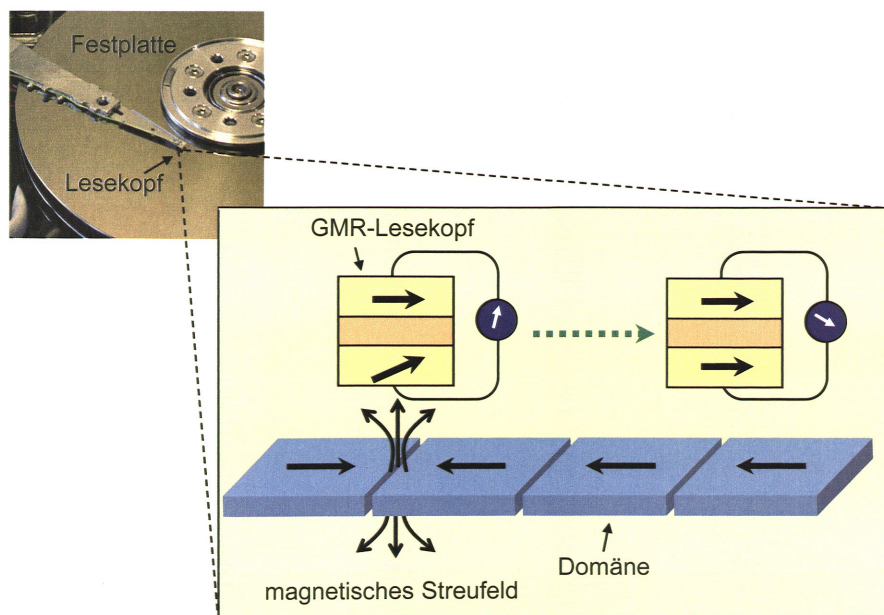
Die auf Metallen basierende Spintronik ist, wie am Beispiel der kommerziellen Anwendung des GMR- bzw. TMR-Elements ersichtlich, bereits eine großartige Erfolgsgeschichte, während sich die potentiell noch vielversprechendere Halbleiterspintronik noch im Entwicklungsstadium befindet und Gegenstand intensiver moderner Forschung ist. Halbleiter sind in ihren Eigenschaften wesentlich variabler und flexibler als Metalle. So kann man sie sowohl mit positiver (p) als auch negativer (n) Ladungsmenge versehen (man bezeichnet das dann auch als n- bzw. p-Dotieren des Halbleiters). Diese freien Ladungen können dann mit Hilfe von äußeren elektrischen Feldern beeinflusst werden (z.B. wie im obigen Feldeffekttransistor, wo das elektrische Feld der Gateelektrode den Elektronenkanal öffnet und schließt). Damit die Spintronik wirklich zur Schlüsseltechnologie der Zukunft werden kann, müssen neue Konzepte für Spintronik-Bauelemente mit einer aktiven Kontrolle des Spins entwickelt werden, die am besten auf der heutigen bereits sehr hochentwickelten Halbleitertechnologie basieren. Die Entwicklung solcher neuartiger Bauelemente und deren theoretische Untersuchung stellen einen unserer Forschungsschwerpunkte dar.



[4] Das Riesen-Magnetowiderstands(GMR)-Bauelement, bestehend aus zwei ferromagnetischen (F) Metallen, die durch eine dünne nichtmagnetische (NM) Schicht getrennt sind. Bei paralleler Ausrichtung der Magnetisierungen kann wesentlich mehr Strom fließen als bei antiparalleler Orientierung.

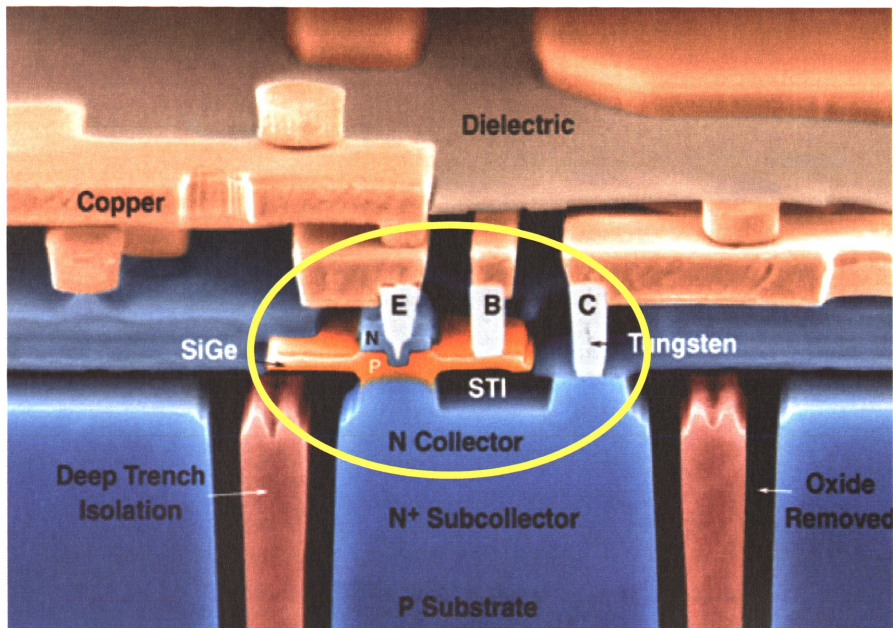
## Bipolare Bauelemente

Gemeinsam mit unseren Kollegen von der State University of New York in Buffalo (die Gruppe um Prof. Igor Žutić) und der University of Maryland im College Park (die Gruppe um Prof. Sanka Das Sarma) haben wir (die Autoren) neue Konzepte für Spintronik-Bauelemente entwickelt, die auf bereits vorhandenen erfolgreichen Schemata der konventionellen Elektronik basieren. Die Idee des



[5] Verwendung des GMR-Elements als Lesekopf in einer Festplatte. Bei antiparalleler Magnetisierung zweier benachbarter magnetischer Domänen auf der Festplatte entsteht ein magnetisches Streufeld, das die Magnetisierung in eine der ferromagnetischen Schichten des GMR-Elements verändert und damit den gesamten elektrischen Widerstand. Im Gegensatz dazu entsteht bei paralleler Ausrichtung der Domänen kein senkrecht Streufeld und daher auch keine Widerstandsänderung. Damit lassen sich die in den Domänen gespeicherten Daten einfach als resultierende Widerstandsänderungen detektieren.





[6] Moderner npn-Bipolartransistor mit einer Siliziumgermanium (SiGe) p-Region und mit Emittter-(E), Basis- (B) und Kollektorkontakten (C) aus Wolfram (tungsten). Das Bild ist mit Erlaubnis von Prof. Dr. John D. Cressler seiner Homepage (<http://users.ece.gatech.edu/~cressler/>) entnommen.

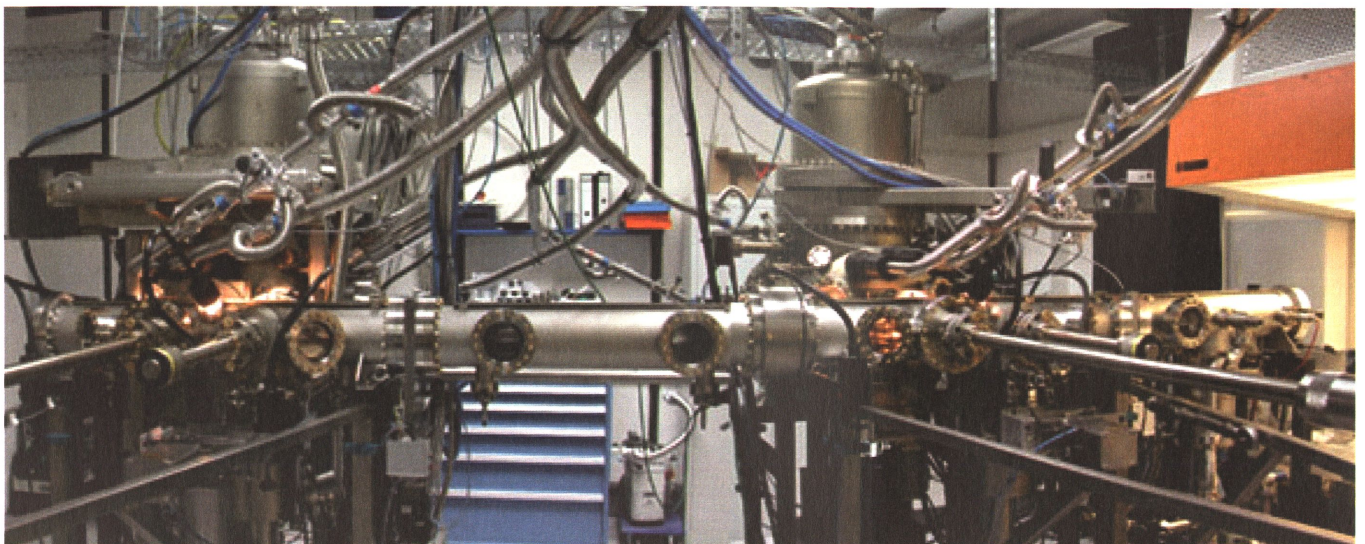
Feldeffekttransistor, wie in [1a] skizziert, wurde bereits in der Einleitung diskutiert. Auf der Source- und Drainelektrode befinden sich negativ geladene Elektronen, während sich im Substrat positive Ladungsträger befinden, die man auch Löcher nennt, da sie wirklich nichts anderes als fehlende Elektronen sind. Sehr interessante Phänomene treten an den Grenzflächen von solch unterschiedlich polarisierten Halbleitern auf, die daher einen eigenen Namen besitzen: pn-Übergänge oder pn-Dioden. In einem Feldeffekttransistor befinden sich zwei pn-Übergänge, wie man leicht in [1a] erkennen kann: ein pn-Übergang befindet sich zwischen Source (n) und Substrat (p), der

zweite zwischen Drain (n) und Substrat (p).

Der pn-Übergang bildet die Basis für viele bipolare Bauelemente (bipolar deshalb, weil sowohl positive als auch negative Ladungsträger im System fließen können) und besitzt die interessante Eigenschaft, dass der Strom nur in eine Richtung fließen kann, während die andere Richtung für den Teilchenfluss gesperrt ist. Das bedeutet, falls wir an einen pn-Übergang eine Batterie anschließen, wobei der negative Minuspol an die n-Region geschlossen wird, dann werden Elektronen in die p-Region abgedrängt und Strom kann fließen. Legen wir jedoch den positiven Pluspol der Batterie

an der n-Region an, müssten die Elektronen von der p- zur n-Region fließen, was aber nicht möglich ist, und damit endet der Stromfluss. Der Strom aus der Steckdose oszilliert periodisch: Abwechselnd fließt er einmal in die eine Richtung, dann in die andere. Für viele Anwendungen, wie z.B. das Wiederbeladen eines Notebooks, braucht man aber einen Strom, der nur in eine Richtung fließt. Dafür kann man typischerweise einen pn-Übergang verwenden, der den Strom gewissermaßen „gleichrichtet“. Daher wird ein pn-Übergang, der für diese Zwecke verwendet wird, auch als Gleichrichterdioden bezeichnet.

Eine weitaus wichtigere Anwendung findet der pn-Übergang in der Informationstechnologie. In dem oben erwähnten Feldeffekttransistor spielen die pn-Übergänge keine aktive Rolle. Die Funktion des Transistors wird durch das Gate und die Eigenschaften des Substrats kontrolliert. Werden jedoch zwei pn-Übergänge in Serie aneinander geschlossen und bringt man noch zusätzlich eine Elektrode am Substrat an, die aber ziemlich klein sein muss, so hat man eine neue Art von Transistor geschaffen, den sogenannten Bipolartransistor, dessen grundlegendes Schema (z.B. npn für die Abfolge der Polaritäten in Source, Substrat und Drain) gewöhnlich schon im Gymnasium erklärt wird. [6] zeigt einen modernen npn-Bipolartransistor bei dem die p-Region aus Siliziumgermanium besteht. Obwohl historisch gesehen die Entwicklung des Bipolartransistors früher als die des Feldeffekttransistors erfolgte, findet er heutzutage aufgrund seiner anspruchsvollen Fabrikation in geringerem Maße Anwendung als der in der Informations-



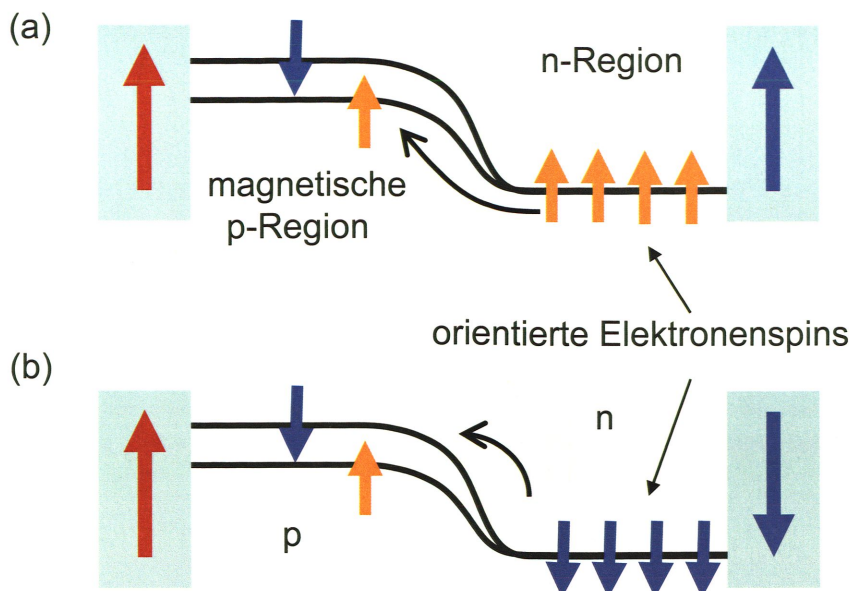
[7] Experimentelle Anlage (Molekularstrahlepitaxieanlage) am Lehrstuhl Prof. Werner Wegscheider an der Universität Regensburg zur Herstellung von hochwertigen Heterostrukturen mit extrem hoher Elektronenbeweglichkeit.



technologie „dominierende“ Feldeffekttransistor. Immerhin besitzt der Bipolartransistor heute einen 20-prozentigen Marktanteil für integrierte Schaltkreise, da er um einiges schneller schalten kann als der Feldeffekttransistor. Ingenieure und Wissenschaftler suchen daher ständig nach neuen Wegen, um den Bipolartransistor noch konkurrenzfähiger zu machen.

In unseren theoretischen Arbeiten haben wir die elektrischen Eigenschaften von magnetischen pn-Übergängen und magnetischen Bipolartransistoren untersucht, wobei magnetisch hier bedeutet, dass die einzelnen p- oder n-Regionen magnetisch sein können, d.h. aus einem magnetischen Halbleitermaterial hergestellt sind, in dem die Spins aller Ladungsträger (Elektronen in der n-Region und Löcher in der p-Region) in eine Richtung ausgerichtet sind. Im Laufe unserer Untersuchungen konnten neue physikalische Phänomene entdeckt und neue Konzepte zur Beschreibung des Spintransports eingeführt werden. Von größter Bedeutung war vor allem die gelungene experimentelle Bestätigung unseres theoretischen Konzeptes der magnetischen pn-Diode durch die Gruppe von Prof. Hiro Munekata vom Tokio Institute of Technology und durch unsere Kollegen in Regensburg von der Gruppe um Prof. Werner Wegscheider. [7] zeigt die experimentelle Anlage, die am Lehrstuhl Wegscheider zur Herstellung von sehr hochwertigen magnetischen Strukturen verwendet wird.

Das Funktionsprinzip eines magnetischen pn-Überganges ist in [8] schematisch skizziert. Das Schema besteht aus einem n-Halbleiter mit mobilen Elektro-

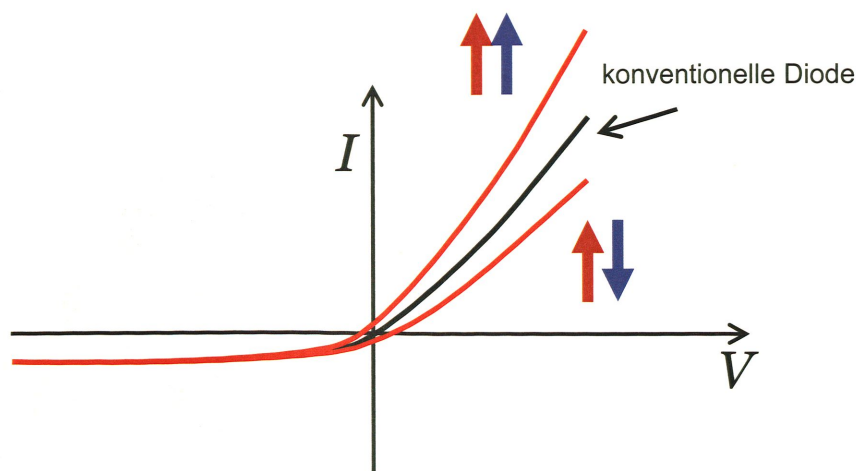


[8] Schematische Darstellung der magnetischen pn-Diode bei (a) paralleler bzw. (b) antiparalleler Orientierung der Elektronenspins in der n-Region zur Magnetisierungsrichtung der magnetischen p-Region. In (a) ist die zu überwindende Potentialbarriere für die Elektronen viel kleiner als in (b), und damit ist der elektronische Stromfluss im Falle (a) wesentlich größer als im Falle (b).

nen und einem p-Halbleiter mit mobilen Löchern. In der spezifischen Darstellung von [8] ist die p-Region magnetisch. Zusätzlich sei angenommen, dass wir die Spins der Elektronen auf die eine oder andere Weise, z.B. durch einen Spinfilter, wie in der [8] angedeutet, orientieren. Wie bei gewöhnlichen Dioden kann der Strom nur in eine Richtung fließen, aber zusätzlich kann er durch ein Magnetfeld erheblich beeinflusst werden. Falls das angelegte Magnetfeld, welches die Magnetisierung der p-Region kontrolliert, parallel zum Spin der nichtmagnetischen n-Schicht weist, wird der elektrische Strom beträchtlich verstärkt, bei antiparalleler Ausrichtung dagegen stark gehemmt.

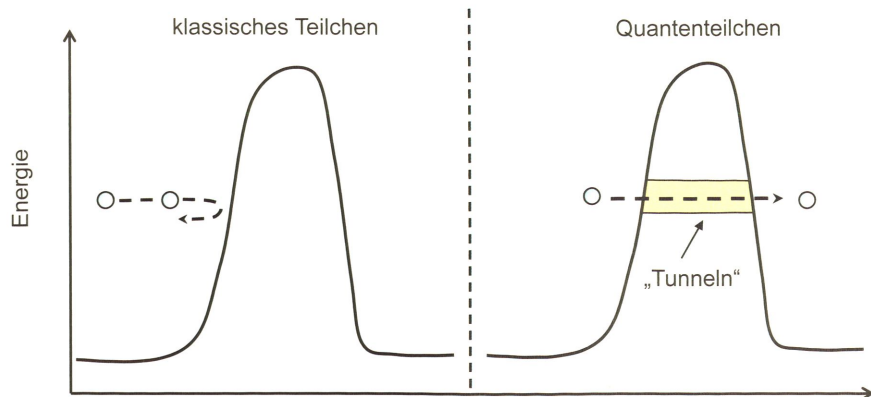
Das simple Umdrehen eines Magneten kann daher beträchtliche Änderungen im Strom bewirken.

Die Ursache für diese starke Veränderung kann mit Hilfe von [8a] verstanden werden. Am pn-Übergang tritt eine Stufe im elektrischen Potential auf, die das Fließen der Elektronen und Löcher verhindert. Diese Stufe kann durch eine externe Batterie verändert werden: sie wird größer, falls eine positive Elektrode an der n-Region geschlossen wird, bzw. kleiner, falls man den negativen Pol anschließt. Wir betrachten jetzt nur einmal die Elektronen. (Man kann die Elektronen als Bälle betrachten, die sich einem Hügel annähern, dessen Höhe durch die Batteriespannung verändert werden kann.) In der p-Region gibt es zwei unterschiedliche Elektronenpotentiale, eines für Spin „up“- und eines für Spin „down“-Elektronen. Bei vorgegebener Magnetisierungsrichtung wird einer von den beiden Spinzuständen von den Elektronen bevorzugt, da er energetisch niedriger liegt als der andere. Dadurch entsteht ein Ungleichgewicht zwischen Spin „up“- und „down“-Elektronen, eine Situation, welche man auch als das Auftreten eines makroskopischen Gleichgewichtsspins bezeichnet. Wir nehmen nun zusätzlich an, dass der Spin in der nichtmagnetischen n-Region durch einen elektrischen oder optischen Spinfilter orientiert wird. Dieser Spin befindet sich im Nichtgleichgewicht, da die n-Schicht eigentlich nichtmagnetisch ist, d.h. dass im Gleichgewicht gar kein makroskopischer Spin auf-



[9] Strom(I)-Spannungs(V)-Charakteristik einer magnetischen pn-Diode im Vergleich zu einer konventionellen Diode. Bei paralleler Orientierung der Elektronenspins in n- und p-Region ist der Strom viel größer als im antiparallelen Fall.





[10] Quantenteilchen können energetische Potentialbarrieren, die für klassische Teilchen unüberwindbar sind, mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit „durchtunneln“.

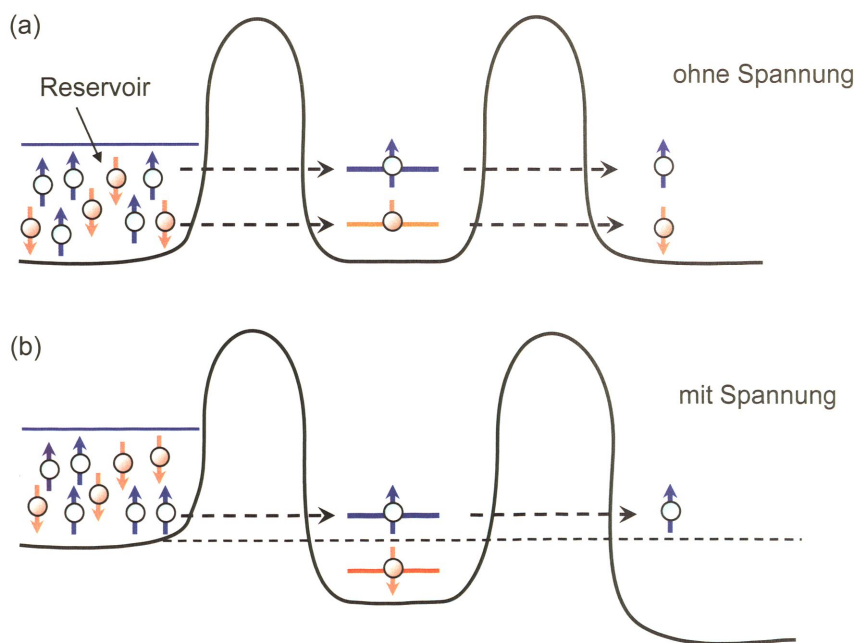
treten würde. In [8a] sehen wir, dass, falls die Magnetisierung der p-Region und der Nichtgleichgewichtsspin in der n-Region parallel zueinander orientiert sind, die Spin „up“-Elektronen eine viel kleinere Potentialbarriere überwinden müssen, was zu einem großen Strom führt. Orientiert man dagegen das magnetische Feld in die umgekehrte Richtung, wird die Potentialhöhe für Spin „up“-Elektronen erhöht (bei gleicher Batteriespannung!), wodurch ein viel kleinerer Strom fließt (siehe [8b]). Eine typische Messung des elektrischen Stromes bei einer angelegten Spannung würde dann so aussehen wie in [9] gezeigt. Also kurz zusammengefasst, bei negativer Spannung (also wenn eine positive Elek-

trode an der n-Region angelegt wird) fließt, wie bei herkömmlichen Dioden, kein Strom, während der Strom für positive Spannungen bei paralleler Orientierung der Spins in p- und n-Region groß ist bzw. klein für antiparallele Orientierung. Dieser interessante Magnetowiderstandseffekt hat, wie eben diskutiert, einen anderen Ursprung als der bekannte GMR-Effekt. In der Tat kann der relative Unterschied zwischen den Strombeträgen von paralleler und antiparalleler Orientierung potentiell bis zu 1000 % betragen, was wesentlich besser ist als die relativen Stromänderungen in heutigen GMR-Leseköpfen, die um die 50 % liegen. Andere bipolare Bauelemente, die von unseren Gruppen eingeführt wurden,

sind Spin-Solarzellen, die sowohl Ladungs- als auch Spinstrom generieren können. Herkömmliche Solarzellen sind pn-Übergänge, bei denen Elektron-Loch Paare erzeugt werden, wenn Licht darauf scheint, wodurch ein Strom entsteht. Eine Spin-Solarzelle funktioniert ähnlich, aber die erzeugten Elektron-Loch Paare besitzen eine bevorzugte Spinorientierung, wodurch sich ein Spin- und ein Ladungsstrom ergibt. Ein weiteres Spintronik-Bauelement ist der magnetische Bipolartransistor, welcher zwei magnetische pn-Übergänge, die in Serie geschlossen sind, beinhaltet. Ein magnetischer Bipolartransistor funktioniert im Prinzip genau so wie der gute alte Transistor, der unsere Stimme lauter werden lässt, wenn wir leise in ein Mikrophon sprechen, aber mit dem feinen Unterschied, dass die Signalverstärkung, die eine wichtige technische Kennziffer der Informationstechnologie darstellt, zusätzlich durch magnetische Felder kontrolliert werden kann.

### Magnetische resonante Tunneldioden als Spinfilter

Für viele Anwendungen der Spintronik wäre es überaus wichtig, einen Spinstrom, der entweder nur aus Spin „up“- oder nur aus Spin „down“-Elektronen besteht, zu erzeugen und dann in einen Halbleiter, wie z.B. Silizium, zu injizieren. Da die Elektronen praktisch immer als Gemisch von Spin „up“- und Spin „down“-Teilchen auftreten, benötigt man hierfür irgendeine Art von Spinfilter, wie z.B. die oben angeführten Spin-Solarzellen. Überaus effektive Spinfilter könnten mit Hilfe von sogenannten magnetischen resonanten Tunneldioden (RTDs = resonant tunnel diodes) realisiert werden. RTDs sind im Prinzip nichts anderes als extrem dünne Schichten (von der Dicke einiger Nanometer) von unterschiedlichen Halbleitern, die übereinander gestapelt sind, kurz auch als Heterostrukturen bezeichnet. Wenn nun ein Elektron solch einen Halbleiterstapel durchwandern möchte, trifft es auf Energiebarrieren, die es eigentlich nach der klassischen Physik gar nicht überwinden könnte, wie in [10] gezeigt. Für Quantenteilchen, wie Elektronen es sind, besteht jedoch eine gewisse Wahrscheinlichkeit, solche Barrieren, bildlich gesprochen, zu „durchtunneln“ – man spricht daher auch vom Tunneleffekt, der eine Konsequenz der Wellennatur von Quantenteilchen ist. Noch interessanter wird es, wenn ein Elektron auf zwei Energiebarrieren, die



[11] Magnetische resonante Tunneldiode (RTD) als Spinfilter. (a) Wenn keine Spannung an der Diode anliegt, können Spin „up“- und Spin „down“-Elektronen resonant durchtunneln. (b) Bei genügend hoher Spannung jedoch wird die resonante Energie der Spin „down“-Elektronen unter der Energie der zur Verfügung stehenden Elektronen aus dem linken Reservoir gedrückt, wodurch nur mehr Spin „up“-Elektronen ankommen: der perfekte Spinfilter ist realisiert.



nur einige Nanometer voneinander entfernt sind, trifft. Solch eine Doppelbarrierenstruktur können nur Elektronen mit einer bestimmten, sogenannten resonanten Energie durchqueren; dies dafür dann fast immer mit 100-prozentiger Wahrscheinlichkeit – man spricht daher auch vom resonanten Tunneln. Für die experimentelle Entdeckung des Tunnelphänomens in solchen Halbleiter- bzw. Supraleiterstrukturen erhielten Leo Esaki und Ivar Giaever 1973 den Physiknobelpreis. In magnetischen RTDs verwendet man nun eine magnetische Halbleiterschicht zwischen den Energiebarrieren. Dies hat zur Folge, dass Spin „up“- und „down“-Elektronen bei unterschiedlichen resonanten Energien durch die Struktur tunneln, wie in [11] illustriert. Durch Anlegen einer Spannung an der gesamten Struktur kann man die Lage der resonanten Energien beliebig verschieben. Bei genügend hoher Spannung kann man sogar das resonante Energieniveau einer Spinsorte, z.B. Spin „down“ (siehe [11b]), soweit nach unten drücken, dass gar keine Elektronen mehr aus dem linken Elektronenreservoir verfügbar sind, die solch eine niedrige Energie besitzen. Dadurch tunneln auch keine Spin „down“-Elektronen mehr auf die rechte Seite, während die Spin „up“-Elektronen hingegen „resonant“ bleiben. Im Endeffekt gelangen daher nur Spin „up“-Elektronen auf die rechte Seite, und damit ist ein perfekter Spinfilter realisiert. Möchte man hingegen einen reinen Spin „down“-Strom, so braucht man nur die Magnetisierung des magnetischen Halbleiters durch ein äußeres Magnetfeld umzupolen, wodurch dann die Spin „up“- und Spin „down“-Energieniveaus die Rollen vertauschen.

Weitere interessante Möglichkeiten ergeben sich, wenn man solch eine magnetische RTD mit einer herkömmlichen, nichtmagnetischen RTD elektrisch verknüpft. Wir konnten in unseren Arbeiten zeigen, dass sich damit der Effekt eines digitalen Magnetowiderstandes realisieren lässt, der unmittelbare Anwendung als extrem schneller Lesekopf in Festplatten finden könnte. Dabei ändert sich der Gesamtwiderstand des gesamten Bauelements sprunghaft, also in großen, diskreten Sprüngen, sobald ein äußeres Magnetfeld eine gewisse, elektrisch kontrollierbare Schranke übersteigt, wie das in [12] schematisch dargestellt ist. Die im Magnetfeld enthaltene Information (wie z.B. im oben diskutierten magnetischen Streufeld von benachbarten magnetischen Domänen auf Festplatten) wird da-

durch sofort in ein digitales elektrisches Signal übersetzt, was für Anwendungen überaus vorteilhaft wäre.

### Zusammenfassung

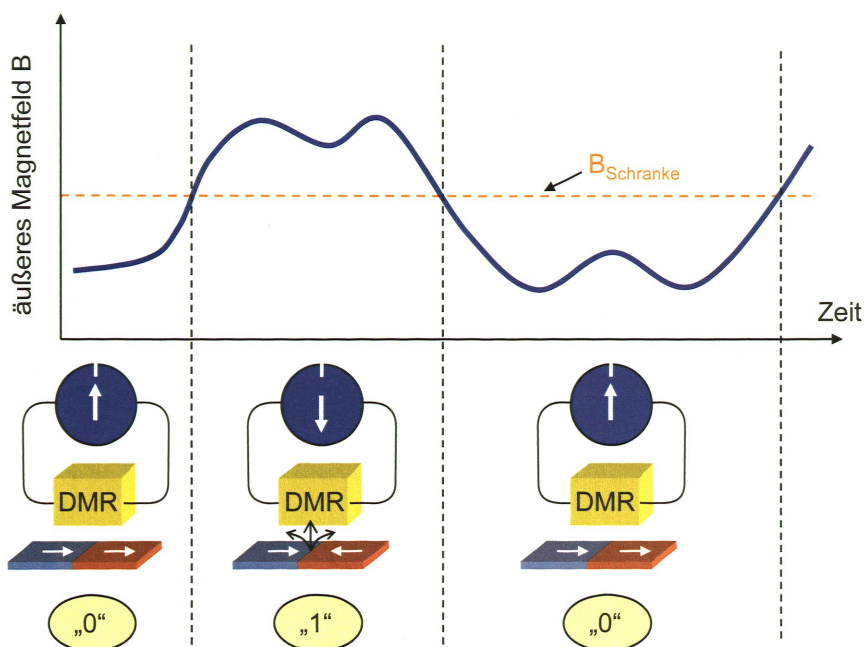
Die von uns hier vorgeschlagenen Spin-Bauelemente würden eine wesentlich größere Kontrolle über die Elektronik erlauben als die bisherigen rein „ladungs-basierten“ Bauelemente. Durch die Verwendung von magnetischen Halbleitern wird die Konstruktion von Halbleiterheterostrukturen noch vielfältiger und reicher an Möglichkeiten. Während die Funktionsweise von nichtmagnetischen Heterostrukturen ein für allemal festgelegt ist, können die Eigenschaften und Funktionalitäten von magnetischen Strukturen durch bloßes Umpolen von Magnetfeldern verändert werden. Einmal verändert, bleiben die Magnetisierungen der Schichten praktisch für immer erhalten, ohne dass dafür Energie (z.B. durch externe Batterien) aufgebracht werden müsste. Diese wichtige Eigenschaft wird auch als Nichtflüchtigkeit bzw. „nonvolatility“ bezeichnet.

Es gilt noch einen sehr weiten Weg zurückzulegen, um von unseren theoretischen Konzepten zu einer industriellen Anwendung zu kommen. Aber nichtsdestotrotz sind wir optimistisch, dass unsere Vorschläge ausprobiert, getestet und

eventuell weiter entwickelt werden, da sie viele neue Funktionsweisen ermöglichen, obwohl sie, konzeptionell gesehen, nur ein wenig komplizierter aufgebaut sind als die bisherigen traditionellen Bauelemente. Das relativ junge Forschungsgebiet der Halbleiterspintronik stellt damit ein typisches Beispiel für das enge Ineinandergreifen von Grundlagenforschung und der Entwicklung von kommerziellen Anwendungen dar und dürfte in Zukunft wohl noch einige Überraschungen bereithalten.

### Literatur

- Sankar Das Sarma, Spintronics, *American Scientist*, Ausgabe Nov.–Dez. 2001, S. 516–523.
- Igor Žutić, Jaroslav Fabian, Sankar Das Sarma, Spintronics: Fundamentals and applications, *Reviews of Modern Physics* 76 (2004), S. 323–410.
- Jaroslav Fabian, Alex Matos-Abiague, Christian Ertler, Peter Stano, Igor Žutić, Semiconductor Spintronics, *Acta Physica Slovaca* 57 (2007), S. 565–907.
- Online frei erhältlich unter: <http://www.physics.sk/aps/pub.php?y=2007&pub=aps-07-04>.
- David D. Awschalom, Michael E. Flatté, Challenges for semiconductor spintronics, *Nature Physics* 3 (2007), S. 153–159.
- David D. Awschalom, Ryan Epstein, Ronald Hanson, Spintronik mit Diamant, *Spektrum der Wissenschaft* Dezember 2007, S. 112.

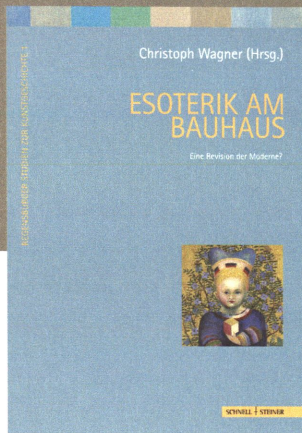


[12] Ein Digital-Magnetowiderstands (DMR) Bauelement, welches auf magnetischen RTDs beruht, kann magnetische Signale direkt in ein digitales elektrisches Signal umwandeln. Dabei ändert sich der Widerstand des Bauelements sprunghaft, sobald ein äußeres Magnetfeld B eine (elektrisch kontrollierbare) Schranke übersteigt.



# Neu: Regensburger Studien zur Kunstgeschichte

## Herausgegeben von Christoph Wagner



Christoph Wagner (Hrsg.)  
**Esoterik am Bauhaus**  
Eine Revision der Moderne?

Reihe: Regensburger Studien zur Kunstgeschichte, Band 1  
1. Aufl. 2008, ca. 352 S., 280 s/w-Abb., 17 x 24 cm, Hardcover mit Schutzumschlag, fadengeheftet

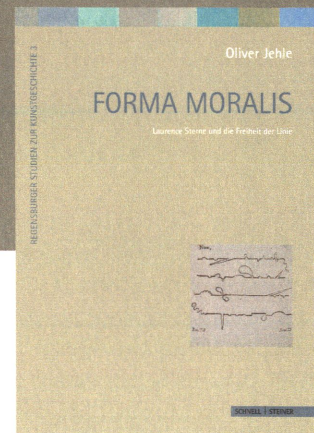
ISBN 978-3-7954-2093-2  
ca. € 59,- [D] / SFr 99,90



Jörg Traeger  
**Studien zur Renaissance**  
Herausgegeben und eingeleitet von Christoph Wagner

Reihe: Regensburger Studien zur Kunstgeschichte, Band 2  
1. Aufl. 2008, ca. 352 S., zahlr., teils farbige Abb., 17 x 24 cm, Hardcover mit Schutzumschlag, fadengeheftet

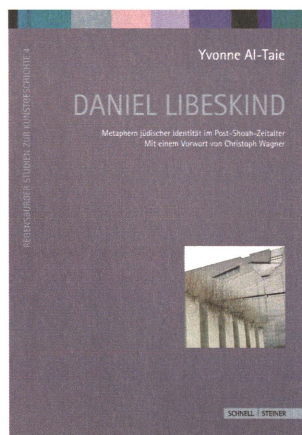
ISBN 978-3-7954-2096-3  
ca. € 59,- [D] / SFr 99,90



Oliver Jehle  
**Forma moralis**  
Laurence Sterne und die Freiheit der Linie

Reihe: Regensburger Studien zur Kunstgeschichte, Band 3  
1. Aufl. 2008, 224 S., 8 Farb-, 13 s/w-Abb., 17 x 24 cm, Hardcover mit Schutzumschlag, fadengeheftet

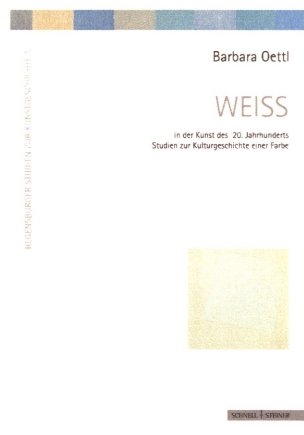
ISBN 978-3-7954-2091-8  
€ 49,90 [D] / SFr 83,90



Yvonne Al-Taie  
**Daniel Libeskind**  
Metaphern jüdischer Identität im Post-Shoah-Zeitalter  
Mit einem Vorwort von Christoph Wagner

Reihe: Regensburger Studien zur Kunstgeschichte, Band 4  
1. Aufl. 2008, 172 S., 90 s/w-Abb., 17 x 24 cm, Hardcover mit Schutzumschlag, fadengeheftet

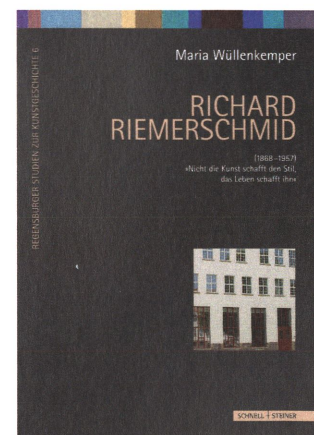
ISBN 978-3-7954-2090-1  
€ 39,90 [D] / SFr 67,90



Barbara Oettl  
**Weiss**  
in der Kunst des 20. Jahrhunderts  
Studien zur Kulturgeschichte einer Farbe

Reihe: Regensburger Studien zur Kunstgeschichte, Band 5  
1. Aufl. 2008, 352 S., 68 s/w-Abb., 17 x 24 cm, Hardcover mit Schutzumschlag, fadengeheftet

ISBN 978-3-7954-2092-5  
€ 59,- [D] / SFr 99,90



Maria Wüllenkemper  
**Richard Riemerschmid**  
Nicht die Kunst schafft den Stil, das Leben schafft ihn

Reihe: Regensburger Studien zur Kunstgeschichte, Band 6  
1. Aufl. 2009, 352 S., 201 s/w-Abb., 17 x 24 cm, Hardcover, fadengeheftet

ISBN 978-3-7954-2095-6  
ca. € 59,- [D] / SFr 99,90

Verlag Schnell & Steiner GmbH · Leibnizstraße 13 · D-93055 Regensburg  
Tel.: +49- (0)9 41-7 87 85-26 · Fax: +49- (0)9 41-7 87 85-16  
www.schnell-und-steiner.de · bestellung@schnell-und-steiner.de

**SCHNELL + STEINER**



Rolf Tschernig

# Risikomanagement für Pensionsfonds

## Zeitstruktur des Risikos und ein perfektes Gedächtnis

In einigen industrialisierten Ländern mit kapitalmarktbasierten Rentenverfahren verwalten Pensionsfonds ein Vermögen, dessen Wert größer ist als der Wert der jeweiligen inländischen Produktion von Gütern und Dienstleistungen eines gesamten Kalenderjahres. Es liegt auf der Hand, dass größere Verluste einzelner Pensionsfonds nicht nur deren eigene Existenz gefährden, sondern sogar substantielle volkswirtschaftliche Schäden nach sich ziehen können. Dabei hängt die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten zukünftiger Verluste nicht nur von einer Reihe nicht beeinflussbarer Faktoren ab, sondern auch von der von einem Fondsmanagement gewählten Anlagestrategie. Je riskanter eine gewählte Anlagestrategie ist, desto eher kann es zu großen Gewinnen, aber auch zu großen Verlusten kommen. Dies impliziert auch, dass es eine Anlagestrategie gibt, die das Risiko minimiert. Allerdings ändert sich für eine betrachtete Anlagestrategie im Allgemeinen das Risiko in Abhängigkeit von der gewählten Anlagedauer. Da zwischen dem Beginn von individuellen Einzahlungen und dem Beginn der entsprechenden Rentenzahlungen mehrere Jahrzehnte liegen können, muss ein Pensionsfonds die erhaltenen Beiträge im Hinblick auf einen weit in der Zukunft liegenden Rückzahlungstermin investieren. In diesem Beitrag wird aufgezeigt, dass die gegenwärtig in der wissenschaftlichen Literatur diskutierten und in der Praxis angewandten Methoden zur Risikoabschätzung zu einer substantiellen Unterschätzung mittel-

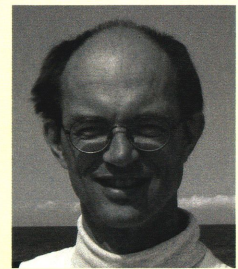
und langfristiger Anlagerisiken führen können und dann entsprechend berechnete risikominimale Anlagestrategien nicht mehr risikominimal sind. Dies ergibt sich, wenn beachtet wird, dass die für die Wahl von Anlagestrategien relevanten Zeitreihen ein beinahe perfektes Gedächtnis aufweisen, d.h. Ereignisse auch in der fernen Vergangenheit einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf das Eintreten bestimmter Ereignisse in der Gegenwart haben.

Können die Anlagemanager von Pensionsfonds aber die risikominimale Anlagestrategie nicht zuverlässig bestimmen, ist es ihnen auch nur schwer möglich, darauf aufbauend eine Anlagestrategie zu wählen, die dem gewünschten Mix zwischen Risiko und erwartetem Ertrag entspricht. Unerwartete Verluste können die Folge sein.

### Kapitaldeckungsverfahren und die Bedeutung von Pensionsfonds

In vielen westlichen Gesellschaften stellt die Zunahme des Durchschnittsalters der Bevölkerung deren Alterssicherungssysteme vor große Herausforderungen. Eine Reaktion der Politik darauf ist die Ergänzung bestehender Umlageverfahren durch private Altersvorsorgeverfahren. In der Bundesrepublik Deutschland geschah dies insbesondere mit Einführung der Riester-Rente Anfang des Jahrtausends. Seitdem werden verschiedene Sparformen zur Altersvorsorge staatlich gefördert. Hierzu gehören die klassische

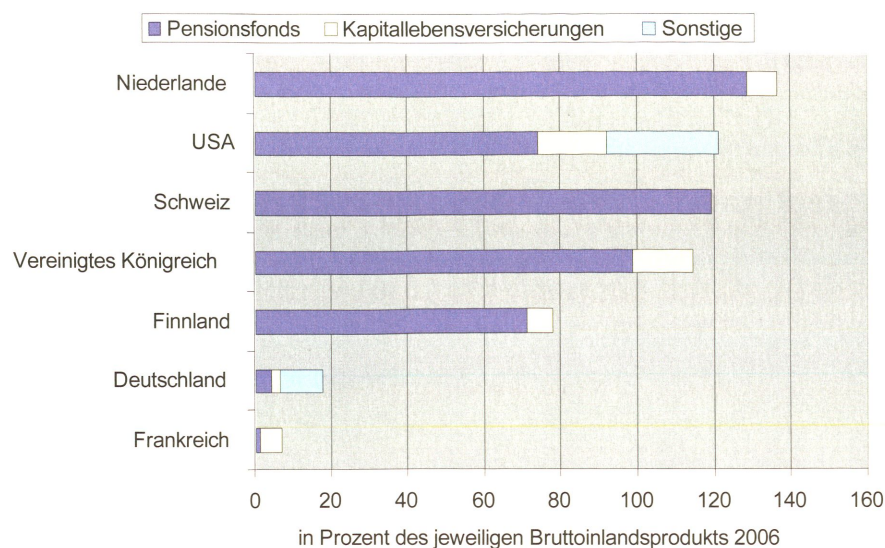
private Rentenversicherung ebenso wie fondsgebundene Rentenversicherungen oder Fondssparpläne. Den genannten Sparformen ist gemeinsam, dass die jeweiligen Anbieter die Einzahlungen bzw. Beiträge am Kapitalmarkt anlegen und dem Einzahler bei Erreichen eines bestimmten Lebensalters eine lebenslange Rente finanzieren müssen. Eine sichere Rente erfordert daher, dass sich die Anbieter ab dem in der Zukunft liegenden Beginn der Auszahlungen nicht in Liquiditätsschwierigkeiten befinden oder gar inzwischen in Konkurs gegangen sein werden. Deshalb sollten die Anbieter eine vorsichtige Kapitalanlagepolitik betreiben. Andererseits befinden diese sich im Wettbewerb miteinander und versuchen deshalb möglichst hohe Renditen zu erzielen. In jedem Fall unterliegen kapitalmarktbasierte Renten den Risiken auf



Prof. Dr. **Rolf Tschernig**, geb. 1962 in München. 1982–1987 Studium der Volkswirtschaftslehre an der Ludwig-Maximilians-Universität München und an der University of Delaware, USA. 1992 Promotion an der Ludwig-Maximilians-Universität München. 1993 Postdoktorandenstipendiat an der Universität Maastricht, Niederlande. 1994–2001 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Humboldt-Universität zu Berlin. 1999 Habilitation. 2001–2004 Associate Professor an der Universität Maastricht. Seit 2004 Professor für Ökonometrie an der Universität Regensburg. Mitglied im Center of Finance an der Universität Regensburg.

**Forschungsschwerpunkte:** Zeitreihenökonomie, Nichtparametrische Schätzverfahren, Modellsélection, Asset-Liability-Management





[1] Verhältnis von verschiedenen Finanzierungsformen in Pensionsfinanzanlagen zum jährlichen Bruttoinlandsprodukt in 2006

Quelle: OECD: *Pension Markets in Focus*: November 2007, Issue 4, OECD.Stat: <http://stats.oecd.org/wbos/default.aspx>

Kapitalmärkten. Einige Volkswirtschaften, wie beispielsweise die USA, Großbritannien oder die Niederlande haben ein mehr oder weniger rein kapitalmarktbasiertes Rentensystem. Sie sind demnach den Kapitalmarktrisiken naturgemäß in noch weitaus höherem Maße ausgesetzt als Länder mit einem Umlageverfahren, in denen dieses durch staatlich geförderte private Altersvorsorgemaßnahmen ergänzt wird. In jedem Fall müssen die Anbieter derartiger Produkte die Einzahlungen bzw. Beiträge *langfristig* investieren, da zwischen dem Beginn der Einzahlungen und dem Beginn der Rentenzahlungen bis zu 45 Jahre liegen können. Die Zeitspanne zwischen Einzahlung und Auszahlung einer Investition wird als *Anlagehorizont* bezeichnet. Für die Anbieter von kapitalmarktbasierten Rentenleistungen kommt damit zu den üblichen Kapitalmarktrisiken noch ein langfristiger Anlagehorizont hinzu. Eine Möglichkeit, für ein Land den Anteil eines Kapitaldeckungsverfahrens und damit dessen volkswirtschaftliche Bedeutung zu veranschaulichen, besteht darin, das Gesamtvolumen an in Alterssicherungssystemen investiertem bzw. angespartem Kapital in Relation zu dem jeweiligen Bruttoinlandsprodukt eines Jahres zu setzen. Dabei gibt das Bruttoinlandsprodukt die jährliche, im Inland erfolgte Produktion von Waren und Dienstleistungen in Marktpreisen an. [1] zeigt die jeweiligen Relationen für einige ausgewählte OECD-Länder. Spitzenreiter sind die Niederlande, die beinahe 140% an der inländischen Jahresproduktion

2006 für zukünftige Pensionszahlungen angespart haben. In Monate umgerechnet erhält man ein Kapitalvolumen, das einer inländischen Produktionsleistung von ungefähr 17 Monaten entspricht, während die entsprechenden Volumina in Frankreich und Deutschland gerade mal ein bzw. zwei Monaten an Produktionsleistung entsprechen. Dies liegt natürlich auch daran, dass in den beiden letztgenannten Ländern das Umlageverfahren dominiert.

Besonders hervorhebenswert ist auch, dass in den Niederlanden, der Schweiz und in Großbritannien allein der Anteil des in Pensionsfonds verwalteten Kapitals mindestens einer Jahresproduktion entspricht. Aufgrund dieser Größenordnungen treffen Fehler der verantwortlichen Manager der Pensionsfonds nicht nur die jeweiligen Einzahler und Kapitaleigner, sondern die gesamte Volkswirtschaft. Allein das von niederländischen Pensionsfonds verwaltete Vermögen beträgt 2006 686 Milliarden Euro. In einigen Ländern spielen auch andere Sparformen eine bedeutende Rolle, wie beispielsweise Kapitallebensversicherungen.

### Risikodiversifizierung

Pensionsfonds investieren die erhaltenen Einzahlungen in ein Bündel unterschiedlicher Anlageformen, z.B. Aktien, festverzinsliche Wertpapiere mit unterschiedlichen Restlaufzeiten oder Immobilien. Ein derartiger Bestand von Investitionen wird als *Portfolio* bezeichnet.

Da die einzelnen Pensionsfonds miteinander um Einzahler konkurrieren, versucht jeder Fonds, durch eine geeignete Zusammensetzung des Portfolios eine hohe Rendite zu erzielen. Für Pensionsfonds gilt jedoch dasselbe wie für Privatanleger: Mit steigender Rendite steigt im Allgemeinen auch das Risiko. Jedoch lässt sich unter bestimmten Bedingungen durch geeignete Portfolioumschichtungen das Risiko reduzieren, ohne dass die Rendite reduziert werden muss. Eine derartige Risikodiversifizierung erfordert in der Praxis, dass die zukünftigen Renditen der in Betracht gezogenen Vermögensklassen und das jeweilige Risiko verlässlich abgeschätzt werden können. Letzteres ist auch notwendig, um zwischen verschiedenen Möglichkeiten von Rendite-Risiko-Kombinationen zu wählen. In diesem Beitrag wird aufgezeigt, welche Schwierigkeiten sich bei der Abschätzung der Risiken für langfristige Anlagehorizonte ergeben, und es werden aktuelle Lösungsansätze dargestellt. Dabei wird deutlich, dass und auf welche Art die Risikodiversifizierung sowohl vom Anlagehorizont als auch von den angewandten Modellen zur Quantifizierung der Risiken abhängt.

Der Einfluss des Anlagehorizonts bei einer Vermögensanlage auf die Portfoliozusammensetzung wurde in der wissenschaftlichen Forschung lange vernachlässigt, obwohl Nobelpreisträger Robert Merton schon 1969 gezeigt hat, dass nur unter bestimmten Voraussetzungen der Anlagehorizont *keine* Auswirkung auf die optimale Zusammensetzung eines Portfolios hat. Eine wesentliche Voraussetzung hierfür ist, dass sich die Änderungen von Renditen einer riskanten Anlageform nicht vorhersagen lassen. Auf Aktien angewandt bedeutet dies, dass die Schwankungen von Aktienrenditen rein zufällig sind und keine systematische Komponente enthalten. In der Wissenschaft wurde diese Anforderung lange Zeit nur vereinzelt in Frage gestellt, denn ihre Verletzung galt als Indiz für einen ineffizienten Finanzmarkt, also einem Finanzmarkt, in dem die Preise nicht die (öffentlich) verfügbare Information widerspiegeln. Allerdings wurde dabei häufig ignoriert, dass unter bestimmten, längerfristig wirkenden Bedingungen der Aktienmarkt auch dann effizient ist, wenn Aktienkurse vorhersagbar sind. Dieser Fall kann beispielsweise eintreten, wenn sich die Risikobereitschaft der Anleger über einen längeren Zeitraum langsam ändert. Vgl. hierzu z.B. Cochrane (2005).



## Prognostizierbarkeit von Aktienrenditen

Ob die erwarteten Aktienrenditen jedoch überhaupt im Zeitablauf variieren, ist eine rein empirische Frage und hat im letzten Jahrzehnt große Aufmerksamkeit in der Wissenschaft gefunden. Eine zentrale Bedeutung spielt hierbei der Verlauf der Dividendenrendite. Beispielhaft gibt in [2] die durchgezogene Linie die Dividendenrendite für den amerikanischen Aktienindex S&P 500 vom ersten Quartal 1951 bis zum zweiten Quartal 2004 wieder. Die gestrichelte Linie gibt den

die jeweiligen Anpassungen insbesondere auf eine Veränderung der Aktienkurse zurückzuführen sei.

Dies hat unmittelbare Konsequenzen für die Prognostizierbarkeit von Aktienkursen, denn eine positive Abweichung der Dividendenrendite vom Mittelwert bedeutet, dass langfristig die Aktienkurse steigen werden, während eine negative Abweichung, wie sie seit Mitte der 90er Jahre zu beobachten ist, langfristig zu einem Fallen der Aktienkurse führen wird. Allerdings bleibt diese Argumentation nur gültig, wenn es zu keinen technischen, organisatorischen oder sonstigen

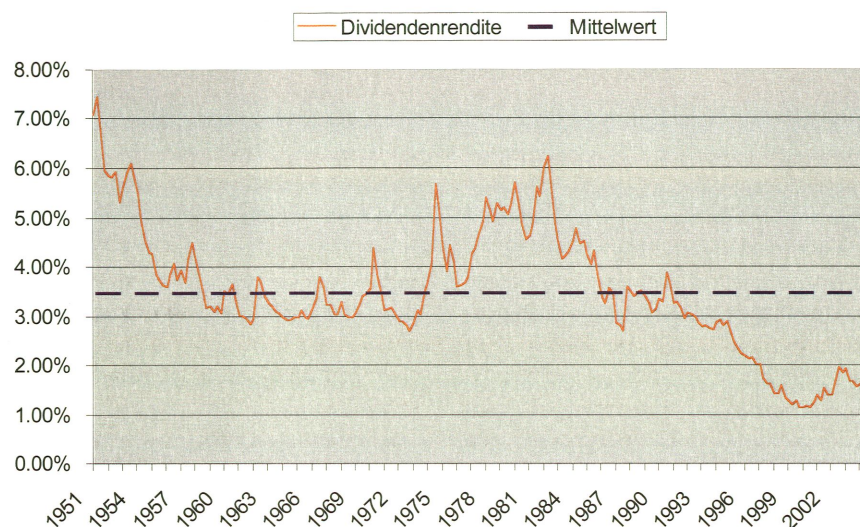
sächsischen Raum als „Strategic Asset Allocation“ bezeichnet.

Allerdings sind die von Campbell und Viceira konzipierten und in einer Vielzahl von internationalen Fachzeitschriften veröffentlichten Portfoliomodelle möglicherweise zu wenig flexibel, um eine sich über die Zeit verändernde Risikostruktur adäquat erfassen zu können. In diesem Fall wären die auf Basis dieser Modelle berechneten langfristig optimalen Portfoliogewichte verzerrt. Da Varianten dieser Modelle bereits in der Praxis eingesetzt werden, können derartige Verzerrungen in Anbetracht der von Pensionsfonds verwalteten enormen Vermögen zu ebensolchen Verlusten führen.

Diese Ursache möglicher Verzerrungen zu beseitigen war und ist Ziel eines Forschungsprojekts, das Peter Schotman, Jan Budek und ich während meiner Tätigkeit an der Universität Maastricht, Niederlande, begannen und dessen erste Ergebnisse im *Journal of Financial Econometrics* dieses Jahr publiziert wurden. Obwohl in diesem Beitrag die Resultate auf eine nichtformale Weise vorgestellt werden, ist es für die Darstellung hilfreich, vorher einige zentrale Konzepte einzuführen. Dazu gehören die verwendete Methodik zur Quantifizierung von Risiko sowie Zufallsprozesse mit Gedächtnis. Vorausgeschickt sei, dass sich in unserer Analyse das Portfolio aus den drei folgenden Vermögensklassen zusammensetzen kann: Aktien, festverzinslichen Wertpapieren mit einem über 10 Jahre festen Zinssatz und kurzfristigen Wertpapieren mit einem über einen 3-Monatszeitraum festgelegten Zinssatz, wobei für letztere so genannte T-Bills betrachtet werden. Eine weitere Aufteilung innerhalb der Anlageklassen findet nicht statt. Es werden jeweils die realen Renditen betrachtet, d.h. die jeweils um die Inflation bereinigten nominalen Renditen bzw. Zinsen. Es wird zugelassen, dass ein Anleger Wertpapiere verkauft, ohne dass diese sich zum Verkaufszeitpunkt in dessen Besitz befinden, wobei er sich gleichzeitig verpflichtet, zu einem zukünftigen Termin die Wertpapiere zu liefern. Man spricht dann von einem Leerverkauf. Es ist deshalb möglich, dass der Anteil einer Vermögensklasse am Gesamtportfolio auch negativ sein kann.

## Quantifizierung von Risiko

Eine wesentliche Grundlage zur Quantifizierung von Risiko bilden Daten. Sie erlauben unter bestimmten Annahmen



[2] Dividendenrendite des amerikanischen Aktienindex S&P 500, Erstes Quartal 1951 bis zweites Quartal 2004

Datenquelle: siehe Appendix B in Schotman, Tschernig und Budek (2008)

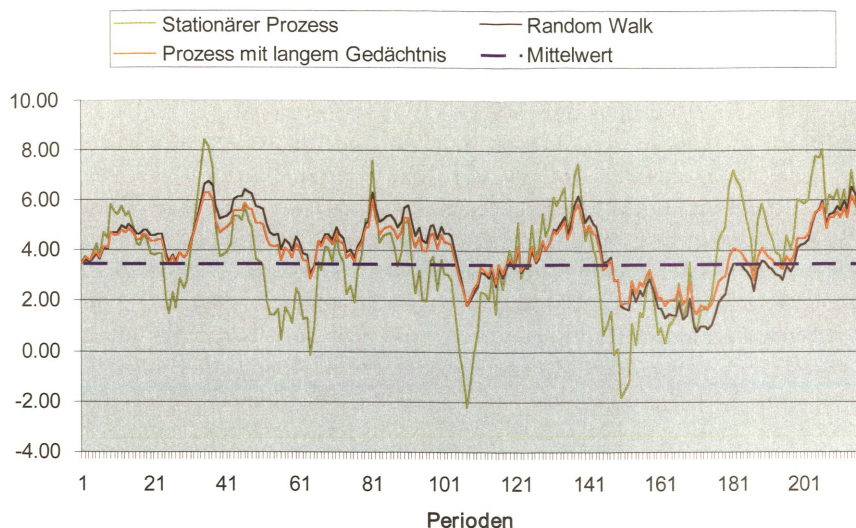
Mittelwert der vierteljährlichen Beobachtungen in Höhe von 3.5% an. Insgesamt existieren drei nennenswerte Perioden mit substantiellen Abweichungen vom berechneten Mittelwert: die frühen 50er, Mitte der 70er bis Mitte der 80er und die Phase seit dem Internetboom Mitte der 90er Jahre.

Auffallend ist, dass den beiden erstgenannten Perioden mit hohen Dividendenrenditen über 5% jeweils Perioden mit Dividendenrenditen um den Mittelwert von 3.5% folgten. Es ist nun interessant zu fragen, auf welche Weise sich die Dividendenrendite wieder in Richtung Mittelwert entwickeln konnte. Eine Möglichkeit war, dass die Dividenden fielen, während die Kurse relativ gleich blieben. Eine zweite Möglichkeit bestand darin, dass die Dividenden relativ konstant blieben, jedoch die Kurse stiegen. Schließlich konnte beides gleichzeitig erfolgen.

Eine Reihe von empirischen Untersuchungen kommt zu dem Ergebnis, dass

Änderungen kommt, die eine Änderung der mittleren Dividendenrendite verursachen. Schließt man letzteres aus, dann existieren substantielle empirische Hinweise darauf, dass Aktienkurse langfristig prognostizierbar sind und somit die Portfolioanalyse den Anlagehorizont mitberücksichtigen muss. Dies schien lange Zeit leichter gesagt als getan, denn die Berechnung des optimalen Portfolios unter Berücksichtigung der Unsicherheit erforderte die Lösung hochkomplexer nichtlinearer stochastischer Differenzgleichungen. Erst John Campbell und Luis Viceira fanden geeignete Approximationen der ursprünglichen Gleichungen, die verhältnismäßig leicht lösbar sind und trotzdem keine großen Approximationsfehler verursachen. Ihren Ansatz fassten sie 2002 in einem gemeinsamen Buch zusammen, das die seitdem immense Forschungsaktivität zur langfristigen Portfolioanalyse mit auslöste. Dieser Forschungszweig wird im angel-





[3] Realisationen verschiedener Zufallsprozesse  
Quelle: Eigene Simulationen

eine Abschätzung des in der Vergangenheit eingegangenen Risikos und, was noch wichtiger ist, unter zusätzlichen Annahmen eine Abschätzung des in zukünftigen Perioden vorliegenden Risikos. Das entsprechende Instrumentarium hierfür liefert die Ökonometrie, eine Kombination aus Ökonomie, Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie.

Um das in der genannten wissenschaftlichen Literatur verwendete Risikokonzept darstellen zu können, ist folgendes Gedankenexperiment hilfreich. Ein Experimentator wirft 300 mal eine Münze, wobei in Abweichung von der üblichen Münzprägung auf der einen Seite die Zahl 1 und auf der anderen Seite die Zahl -1 steht. Fällt die Münze jeweils mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% auf eine der beiden Seiten, sollte nach 300 Würfeln im Mittel jede Zahl gleich oft, also ca. 150 mal auftreten und der Mittelwert über alle Würfe nahe  $[150 \cdot (-1) + 150 \cdot 1] / 300 = 0.5 \cdot (-1) + 0.5 \cdot 1 = 0$  liegen. Der letztgenannte Wert wird als *Erwartungswert* bezeichnet. Er lässt sich bereits vor Durchführung des Experiments berechnen und kann als Vorhersage des Mittelwerts aufgefasst werden, der sich bei einer tatsächlichen Durchführung des Experiments ergeben könnte. Würde die Zahl 1 mit Wahrscheinlichkeit 80% geworfen werden, wäre der Erwartungswert entsprechend  $0.2 \cdot (-1) + 0.8 \cdot 1 = 0.6$ .

Natürlich weicht die Zahl eines jeden Wurfs vom Erwartungswert 0 ab. Um das Ausmaß der Abweichungen vom Mittelwert zu quantifizieren, kann man diese Abweichungen wiederum über alle 300 Würfe mitteln. Um zu vermeiden, dass sich positive und negative Abweichungen gegenseitig eliminieren, werden die Ab-

weichungen quadriert. Der hierdurch gewonnene Wert sollte in der Nähe des theoretischen Mittelwerts der quadrierten Abweichungen, also nahe  $0.5 \cdot (-1)^2 + 0.5 \cdot 1^2 = 1$ , liegen. Dieser Erwartungswert der quadrierten Abweichungen wird als *Varianz* bezeichnet und ist das gängigste Maß für das Risiko in der Statistik und Finanzwirtschaft. Da man die Abweichungen quadriert hat, ist die Einheit der Varianz von der Einheit der Würfe verschieden. Um das Risiko in gleichen Einheiten zu erhalten, zieht man die Quadratwurzel der Varianz. Diese Größe wird als *Standardabweichung* bezeichnet. Da das konkrete Ergebnis einer Durchführung dieses Gedankenexperiments zufällig ist, wird es als *Zufallsexperiment* bezeichnet.

### Zufallsprozesse mit Gedächtnis

Bisher haben wir die zeitliche Komponente des Gedankenexperiments ignoriert. Diese lässt sich jedoch leicht integrieren, indem man sich jetzt vorstellt, dass ein Experimentator fünf Stunden lang jede Minute eine Münze wirft und die jeweilige Zahl notiert wird. Da es sich um ein Experiment über einen Zeitraum hinweg handelt, spricht man auch von einer Realisation eines Zufallsprozesses. Im vorliegenden Beispiel wird davon ausgegangen, dass jede Minute dieselbe Münze verwendet und jeder Wurf unabhängig von allen anderen Würfeln unter identischen Bedingungen durchgeführt wird. Hierdurch bleiben Erwartungswert und Varianz über die Zeit hinweg konstant.

Dies muss keineswegs so sein. Ein Prototyp eines in der Finanzwirtschaft wichti-

gen Zufallsprozesses ergibt sich, indem die Zahlen aller bisher erfolgten Würfe aufsummiert werden. Damit ergeben sich als Möglichkeiten im ersten Wurf -1 oder 1, im zweiten Wurf -2, 0, 2, im dritten Wurf -3, -1, 1, 3 und so weiter. Interessanterweise lässt sich zeigen, dass für jede Periode der Erwartungswert 0 bleibt, allerdings die Varianz in jeder Periode um 1 zunimmt. Assoziiert man die Zahl -1 mit ‚nach links gehen‘ und die Zahl 1 mit ‚nach rechts gehen‘, bildet dieser Zufallsprozess das Verhalten einer Person ab, die die Orientierung verloren hat und nach jedem Schritt aufs Neue entscheidet, ob sie besser links oder rechts gehen sollte, wobei jede Entscheidung unabhängig von allen vorher getroffenen Entscheidungen rein zufällig erfolgt. Deshalb ist dieser Prozess auch als *Zufallsspaziergang* bzw. als *Random Walk* bekannt.

Ein Random Walk weist eine weitere Besonderheit auf. Er hat ein perfektes ‚Erinnerungsvermögen‘: Jeder Schritt behält seine Wirkung bei, egal wie lange er in der Vergangenheit zurück liegt. Würde man gedanklich z.B. den Schritt in der ersten Minute von 1 auf -1 verändern, ändert sich damit auch die letzte Position von  $x$  auf  $x - 2$ . Übertragen auf Aktienkurse impliziert dies, dass eine Kursänderung heute alle zukünftigen Kursänderungen beeinflusst bzw. eine Kursänderung heute durch alle vergangenen Kursänderungen geprägt ist. Vergangene Kursänderungen werden also nicht ‚vergessen‘. In der Zeitreihenanalyse wird ein Zufallsprozess mit dieser Eigenschaft deshalb als *Zufallsprozess mit perfektem Gedächtnis* bezeichnet.

Natürlich gibt es auch Zufallsprozesse ohne jegliches Gedächtnis bzw. ‚Erinnerungsvermögen‘. Ein Beispiel haben wir bereits kennen gelernt, nämlich den wiederholten einfachen Münzwurf. Darüber hinaus gibt es Zufallsprozesse, deren Gedächtnisqualität dazwischen liegt. Ist das Gedächtnis eines Zufallsprozesses nicht perfekt, nimmt im vorliegenden Beispiel die Wirkung des ersten Schritts auf die letzte Position umso mehr ab, je mehr Schritte bis zur letzten Position erfolgt sind. Nimmt die Wirkung sehr langsam ab, spricht man von einem Zufallsprozess mit langem Gedächtnis. Verliert sich die Wirkung relativ schnell, weist ein Zufallsprozess ein kurzes Gedächtnis auf. Eine genauere Spezifikation ist in diesem Beitrag nicht notwendig.

Die Art des Gedächtnisses eines Zufallsprozesses beeinflusst auch direkt die Prognostizierbarkeit des zukünftigen Verlaufs eines Zufallsprozesses. Hat man zum Bei-



spiel beobachtet, dass die ersten beiden Schritte eines Zufallsspaziergängers entsprechend der Zahl 2 beide nach links führten, so kann für den nächsten Schritt vorausgesagt werden, dass entweder die Zahl 3 oder 1 eintreten wird, der Spaziergänger also noch weiter von der Mittellinie oder ihr wieder einen Schritt näher kommen wird. Ausgeschlossen sind hingegen alle Orte auf oder rechts der Mittellinie, die erreicht werden könnten, würde man wieder ganz von vorne beginnen.

Im Gegensatz hierzu lässt sich aus den bereits erfolgten Schritten bei einem Prozess ohne Gedächtnis nicht mehr über die zukünftigen Schritte aussagen als ohne die Kenntnis der vergangenen Schritte. In diesem Fall sagt man, dass keine Prognostizierbarkeit vorliegt.

Die Art des Gedächtnisses beeinflusst jedoch nicht nur die Prognostizierbarkeit, sondern auch die Varianz bzw. das Risiko. So wurde bereits festgestellt, dass beim Random Walk die Varianz über die Zeit hinweg linear ansteigt, während Letztere beim ersten Gedankenexperiment konstant ist.

Wie stark ist nun das Gedächtnis des Zufallsprozesses, der die in [2] dargestellte Dividendenrendite des S&P 500 generiert haben könnte? Campbell und Viceira sind davon ausgegangen, dass ein geeignet gewählter Zufallsprozess mit kurzem Gedächtnis eine passende Approximation darstellt. Eine typische Realisation eines solchen Prozesses für 214 Perioden zeigt die grüne Linie in [3]. Die schwarze Linie in derselben Abbildung zeigt im Gegensatz hierzu einen Verlauf eines Random Walks, also eines Zufallsprozesses mit perfektem Gedächtnis. Und schließlich gibt der Verlauf der orangen Linie die Realisation eines Zufallsprozesses mit langem Gedächtnis wieder. Die blaue, gestrichelte Linie gibt den Erwartungswert aller drei Zufallsprozesse an. Er wurde so gewählt, dass er dem Mittelwert des S&P 500 im Untersuchungszeitraum entspricht. Die jeweiligen Varianzen wurden so bestimmt, dass die durchschnittliche Varianz über die 214 Perioden vergleichbar ist. Alle drei Realisationen beginnen in Periode 1 im Erwartungswert und wurden mit denselben Zufallszahlen erzeugt.

Vergleicht man die drei Zeitpfade, fällt auf, dass die Realisation des Zufallsprozesses mit kurzem Gedächtnis den Erwartungswert häufiger schneidet als die Realisationen der Zufallsprozesse mit langem bzw. perfektem Gedächtnis. Dies gilt nicht nur für die in [3] dargestellten Realisationen, sondern ließe sich auch

beobachten, wenn man wiederholt weitere drei Zeitpfade simulieren würde. Nimmt man die Anzahl der Schnittpunkte der Zeitpfade mit dem Erwartungswert als Kriterium, dann erscheint es in der Tat wahrscheinlicher, dass die U.S.-Dividendenrendite von einem Zufallsprozess mit langem Gedächtnis generiert wurde und nicht von einem Prozess mit kurzem Gedächtnis. Ökonometrische Schätzungen bestätigen diese Vermutung. Als nächstes wird zu prüfen sein, welche Konsequenzen dies für die Risikoberechnung und Portfoliozusammensetzung hat. Dies erfordert jedoch vorher noch einen genaueren Blick auf Prognosen und ihre Prognosefehler.

### Prognosen und Prognosefehler

Sind Aktienkurse prognostizierbar, gilt dies auch für Aktienrenditen, denn letztere ergeben sich gerade aus der relativen Kursänderung (inklusive etwaiger Dividendenzahlungen). Im Allgemeinen weicht die sich in der Zukunft realisierende Rendite von der prognostizierten bzw. erwarteten Rendite ab, so dass man folgende Zerlegung erhält,

$$\text{Rendite} = \text{Renditeprognose} + \text{Prognosefehler}$$

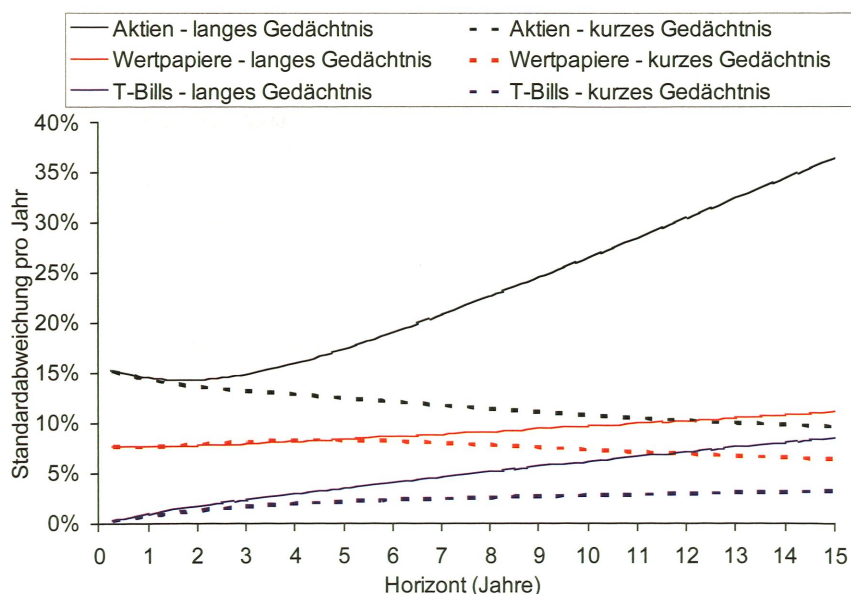
wobei die Erwartungen zu Beginn des Anlagezeitraums gebildet werden. Im Folgenden werden die Renditen immer über den gesamten Anlagezeitraum bzw. Anlagehorizont betrachtet. Der Prognosefehler misst, wie weit der ‚Wurf‘ einer Rendite von ihrem prognos-

tizierten Wert abweicht. Ist die Anordnung des Experiments bekannt, lässt sich – wie im Münzwurfexperiment – die Varianz des Prognosefehlers berechnen. Etwas salopp formuliert lässt sich die Anordnung des Experiments als ökonometrisches Modell bezeichnen.

Je nach Art des gewählten ökonometrischen Modells kann sich der Prognosefehler aus einem oder mehreren Fehlerkomponenten zusammensetzen. Im vorliegenden Fall hängt die Zahl der Fehlerkomponenten u.a. vom Prognosehorizont und von der Anzahl an Variablen ab, die für die betrachtete Rendite Vorhersagekraft besitzen. Treten mehrere Fehlerkomponenten auf, dann können sich diese gegenseitig positiv oder negativ beeinflussen. Man spricht dann von positiver oder negativer Korrelation.

Negative Korrelationen sind günstig für die Varianz des Prognosefehlers, da dann gemäß eines Ergebnisses der Statistik die Varianz der Summe zweier Fehlerkomponenten geringer ist als die Summe der einzelnen Varianzen.

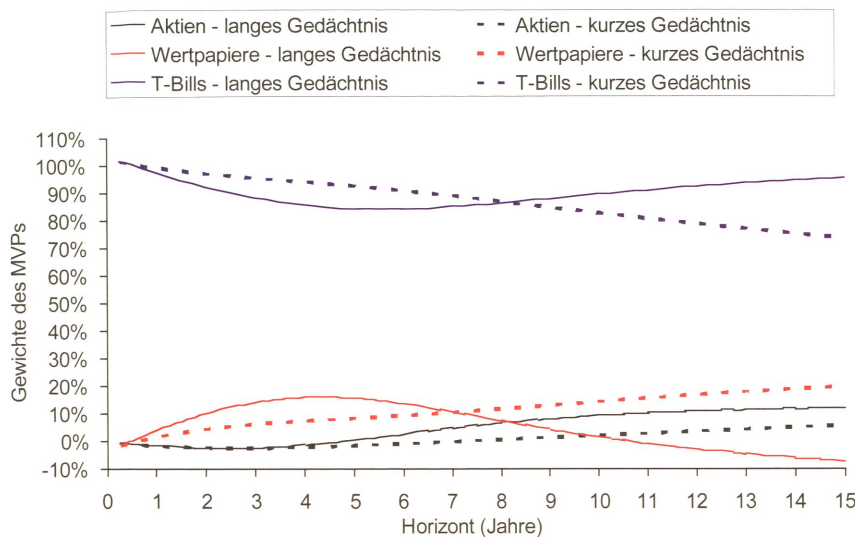
Eine Variante dieser Eigenschaft macht man sich zunutze, um Anlagerisiken zu diversifizieren. Investiert man beispielsweise in ein Portfolio, das zwei Vermögensklassen enthält, deren Prognosefehler gleiche Varianz aufweisen, aber nicht positiv und perfekt korreliert sind, dann ist die Varianz dieses Portfolios geringer als die Varianz eines Portfolios, das lediglich eine der beiden Vermögensklassen enthält. Man kann nun dasjenige Portfolio bestimmen, dessen Varianz am kleinsten ist. Dieses Portfolio wird als das *Minimum-Varianz-Portfolio* bezeichnet.



[4] Zeitstruktur des Risikos

Quelle: Figure 3 in Schotman, Tschernig und Budek (2008)





[5] Gewichte des Minimum-Varianz-Portfolios (MVPs)  
Quelle: Figure 6 in Schotman, Tschernig und Budek (2008)

Eine Reduktion der Portfoliovarianz durch Diversifizierung kann auch eine zeitliche Komponente enthalten. Sind beispielsweise Fehlerkomponenten für die Rendite einer Vermögensklasse über die Zeit hinweg genügend stark negativ korreliert, dann kann es vorkommen, dass deren Prognosevarianz mit dem Anlagehorizont fällt. Als typisches Beispiel gelten Aktienrenditen. Für den betrachteten amerikanischen Aktienindex beträgt die Standardabweichung des Prognosefehlers für einen kurzen Anlagehorizont von einem Vierteljahr 15,3%, fällt aber für einen Zweijahreshorizont auf 14,3%. Folgt man den ökonometrischen Modellen von Campbell und Viceira, so fällt dieser Wert für einen 15-Jahreshorizont weiter auf ca. 10%. Aktien wären also auf lange Sicht um einiges risikoärmer als auf kurze Sicht und würden hierdurch die Möglichkeit einer zeitlichen Diversifizierung gewährleisten.

[4] zeigt die Entwicklung der Varianzen der Prognosefehler für alle drei Vermögensklassen in Abhängigkeit vom Anlagehorizont in Jahren, wobei maximal 15 Jahre betrachtet werden. Für jede Vermögensklasse sind jeweils zwei Kurven eingezeichnet. Die gepunkteten Linien geben jeweils die berechnete Standardabweichung des Prognosefehlers pro Jahr des Prognosefehlers an, wenn für die Dynamik der Fehlerkomponenten ausschließlich Zufallsprozesse mit kurzem Gedächtnis zugelassen werden, so wie dies von Campbell und Viceira vertreten wird. Man sieht, dass für Aktien und für langfristige Wertpapiere die Standardabweichung der Prognose und damit die Prognosevarianz mit dem Anlagehorizont fällt. Da die Prognosevarianz gerade das Risiko

angibt und dieses in Bezug zum Anlagehorizont gesetzt wird, gibt [4] die *Zeitstruktur des Risikos* (Term structure of risk) an.

Die Eigenschaft eines mit steigendem Anlagehorizont geringer werdenden Risikos geht verloren, sobald man unserem Ansatz folgt und zur Modellierung der Dynamik in den Fehlerkomponenten auch Zufallsprozesse mit langem Gedächtnis zulässt. Der Anstieg der Prognosevarianzen mit dem Zeithorizont bei Aktien und langfristigen Wertpapieren ist Folge davon, dass der Einfluss eines Fehlers aufgrund des langen Gedächtnisses nur sehr langsam ‚vergessen‘ wird, so dass eine zeitliche Diversifikation nur für einen begrenzten Zeitraum möglich ist und letztlich wie beim Random Walk die Varianz mit dem Zeithorizont ansteigt. Dies wirkt sich natürlich auf die Zusammensetzung des Minimum-Varianz-Portfolios aus.

### Das Minimum-Varianz-Portfolio

Zunächst: Wären für einen bestimmten Anlagehorizont die Korrelationen zwischen den Prognosefehlern für die Renditen der einzelnen Vermögensklassen Eins, würde man klarerweise ausschließlich in die Vermögensklasse mit der geringsten Varianz investieren, da es keine Möglichkeit der Diversifizierung gibt. Dies wäre im vorliegenden Fall ein 100%iges Investment in T-Bills, also kurzfristige Wertpapiere – unabhängig von der Modellierung des Gedächtnisses der zugrunde liegenden Zufallsprozesse.

Die Korrelationen sind jedoch von Eins verschieden, so dass eine Diversifizierung

möglich ist. Betrachten wir als Erstes die Minimum-Varianz-Portfolios, die sich ergeben, wenn man Campbell und Viceira folgt und für die Prognosefehlerkomponenten ausschließlich Zufallsprozesse mit kurzem Gedächtnis zulässt. Da, wie aus [4] ersichtlich, für Aktien die Varianz mit dem Anlagehorizont fällt, ist zu vermuten, dass mit einem Ansteigen des Anlagehorizonts auch der Aktienanteil im Portfolio ansteigt. Genau dies zeigt sich in [5], die bis zu einem maximalen Anlagezeitraum von 15 Jahren die jeweiligen Portfoliogewichte für Aktien, langfristige Wertpapiere und T-Bills angibt. Die durchgezogenen Linien geben die Portfoliogewichte bei Zulassen von Zufallsprozessen mit langem Gedächtnis an, während den gepunkteten Linien eine Beschränkung auf Prozesse mit kurzem Gedächtnis zugrunde liegt. Man sieht in der Tat ein Ansteigen des Aktienanteils von beinahe 0% auf 6% für einen 15-Jahres Zeitraum.

Allerdings erscheint verblüffend, dass auch bei Zulassen von Prozessen mit langem Gedächtnis der Aktienanteil ansteigt, sogar bis auf 12% – obwohl die Varianz des Prognosefehlers bei Aktien so dramatisch ansteigt. Der Grund hierfür liegt darin, dass in die Berechnung der Portfoliogewichte die Varianzen aller Vermögensklassen eingehen und zwar teils im Zähler und teils im Nenner, so dass sich die teils beachtlichen Zunahmen der Varianzen gegenseitig eliminieren und letztlich die sich mit dem Anlagehorizont verändernden Korrelationen für die Veränderung der Portfoliogewichte relevant sind. Die Wahl der Gedächtnisstärke spielt also keine nennenswerte Rolle für die Diversifizierungsmöglichkeiten von Aktien, obwohl man dies aufgrund des dramatischen Varianzanstiegs vermuten könnte.

Ganz anders verhält es sich für die langfristigen Wertpapiere und die kurzfristigen T-Bills. Betrachtet man in [5] die rote gepunktete und die rote durchgezogene Linie, sollte man ab einem Anlagehorizont von sieben Jahren je nach Gedächtnismodellierung den Anteil langfristiger Wertpapiere am Portfolio auf über 20% steigern oder bis zu 7% leer verkaufen. Entsprechend entgegengesetzt ergeben sich die Portfoliogewichte für die geldnahen T-Bills. Auch hier lässt sich das sehr unterschiedliche Verhalten mit der Entwicklung der jeweiligen Korrelationen mit dem Anlagehorizont erklären. Lässt man Zufallsprozesse mit langem Gedächtnis zu, dann kann gezeigt werden, dass auf lange Sicht beide Anlageformen hauptsächlich



durch den kurzfristigen realen Zinssatz dominiert werden, so dass die Korrelation zwischen beiden Vermögensklassen mit steigendem Anlagehorizont gegen den Extremfall von perfekter positiver Korrelation tendiert. Im Fall perfekter positiver Korrelation ist keine Diversifizierung möglich und man wählt die Anlage mit der geringeren Varianz, im vorliegenden Fall also die T-Bills. Aufgrund der nicht ganz perfekten Korrelation tritt dieser Effekt etwas abgeschwächt auf.

Welche Konsequenzen haben diese Ergebnisse für die bereits erwähnten Anbieter von Pensionsleistungen, z.B. Pensionsfonds? Sollten diese ab sofort Aktien und langfristige Wertpapiere mehr oder weniger aus ihren Portfolios verbannen? Natürlich nicht, denn bisher wurden lediglich die Portfoliogewichte berechnet, die die Varianz der Prognosefehler minimieren. Die damit jeweils erzielbaren erwarteten Renditen wurden völlig ignoriert. Unter der Beschränkung auf Zufallsprozesse mit kurzem Gedächtnis zeigen Campbell und Viceira, wie sich Portfoliogewichte berechnen lassen, die

sowohl erwartete Renditen als auch Varianzen berücksichtigen. Möchte man jedoch auch Zufallsprozesse mit langem Gedächtnis zulassen, müssen noch einige Probleme bei der Schätzung der jeweiligen erwarteten Renditen besser gelöst werden. Entsprechende Forschungsarbeiten laufen gegenwärtig.

Unabhängig davon bleibt allerdings festzuhalten, dass das Ausmaß des Gedächtnisses einen wesentlichen Einfluss auf die Portfoliogestaltung hat. Darüber hinaus wird in Schotman, Tschernig und Budek (2008) gezeigt, dass die Zeitstruktur des Risikos für das optimale Portfolio mit zunehmendem Anlagehorizont wesentlich stärker ansteigt, wenn Zufallsprozesse mit langem anstelle von solchen mit kurzem Gedächtnis zugrunde gelegt werden. Dieses Ergebnis ist interessanterweise unabhängig davon, welche Art von Gedächtnis zur Berechnung der optimalen Portfoliogewichte selbst gewählt wurde.

Fazit: Es besteht die Möglichkeit, dass Pensionsfonds und andere Anbieter von kapitalmarktfinanzierten Pensionsleistungen die langfristigen Risiken ihrer Portfolios

substantiell unterschätzen und damit insbesondere in Ländern mit kapitalmarktbasierendem Rentensystem die Renten unsicherer sein können als bisher angenommen.

## Literatur

- John Y. Campbell und Luis M. Viceira, *Strategic Asset Allocation: Portfolio Choice for Long-Term Investors*, Oxford, Oxford University Press, 2002.
- John H. Cochrane, *Asset Pricing*, Princeton, Rev. Ed., Princeton University Press, 2005.
- Robert C. Merton, *Lifetime Portfolio Selection Under Uncertainty: The Continuous Time Case*, *Review of Economics and Statistics* 51, 247-57, 1969; neu abgedruckt in: Robert C. Merton, *Continuous Time Finance*, Cambridge, Mass., Blackwell Publishers, 1990.
- Peter Schotman, Rolf Tschernig und Jan Budek, *Long Memory and the Term Structure of Risk*, *Journal of Financial Econometrics*, 2008, advance online publication: doi: 10.1093/jfinec/nbn010.
- OECD, *Pension Markets in Focus*, November 2007, Issue 4.

# Erfolgreich studiert ...gefeiert ...und dann?



! Wir halten den Kontakt untereinander aufrecht

! Wir fördern hervorragende Studenten

! Wir informieren zukünftige Studenten

Werden Sie Mitglied und helfen sie mit, *Ihre* Universität Regensburg dabei zu unterstützen!



ESdUR - Ehemalige Studierende der Universität Regensburg e.V.

Information: <http://www.esdur-alumni.uni-regensburg.de>  
Kontakt: [Reinhard.Wirth@biologie.uni-regensburg.de](mailto:Reinhard.Wirth@biologie.uni-regensburg.de)



## Erklärung

Ich möchte Mitglied werden  
beim Verein „Freunde der  
Universität Regensburg e. V.“  
und erkläre mich bereit, einen  
Jahresbeitrag

von € ..... zu entrichten.

(Der Jahresbeitrag für natürliche  
Personen beträgt mindestens  
€ 41,-, für sonstige Mitglieder  
mindestens € 205,-)

Als Stifter spende ich einen  
einmaligen Betrag von

€ .....

.....  
Vor- und Zuname/Firma/  
Gemeinde

.....  
Straße/Ort

Ich ermächtige den Verein,  
den Beitrag

von meinem Konto

.....  
bei der

.....  
einzuziehen.

.....  
Datum

.....  
Unterschrift



*freunde der universität regensburg e.V.  
gegr. 1948*

## Wer wir sind

Die Freunde der Universität Regensburg e.V. feiern im Jahr 2008 ihr 60-jähriges Bestehen. Unsere Mitglieder sind Wissenschaftler, Unternehmer und engagierte Bürger aus dem Großraum Regensburg sowie Körperschaften, Anstalten und Stiftungen des öffentlichen Rechts.

## Was wir wollen

Der Verein will die Universität Regensburg dort unterstützen, wo andere amtliche Quellen versiegen. Er will die Verbindung zwischen der Universität und den Menschen der Region festigen, will Kommunikations- und Veranstaltungszentrum sein, sensibel für alle offenen und verborgenen Strömungen, die Auswirkungen auf unsere Alma mater ratibonensis haben könnten.

## Machen Sie mit?

Je zahlreicher unsere Freunde und Förderer sind, desto größer ist das Gewicht, mit dem wir für unsere Universität eintreten können. Jedes neue Mitglied stärkt unsere Position und erweitert unsere Fördermöglichkeiten. Als Mitglied erhalten Sie das Wissenschaftsmagazin „Blick in die Wissenschaft“ sowie Einladungen zu den verschiedenen Veranstaltungen der Universität und des Vereins. Mit Ihrer Mitgliedschaft oder einmaligen Spende fördern Sie den wissenschaftlichen Nachwuchs, die Bibliothek, den Botanischen Garten, die kulturellen Einrichtungen der Universität und viele weitere Aktivitäten der Universität.

Senden Sie einfach die links stehende Erklärung an unseren Geschäftsführer.

Geschäftsführer: Dr. Bernhard Mitko, Emmeramsplatz 8, 93039 Regensburg (Regierung der Oberpfalz)  
Tel. (09 41) 56 80-180, Fax (09 41) 56 80-9180, Konto 107 037, BLZ 750 500 00 (Sparkasse Regensburg)



# Blick in die Wissenschaft – Bestellkarte

Bitte ausfüllen und einsenden oder kopieren und faxen

an

**(09 41) 7 87 85 16**

**Ja, ich möchte Blick in die Wissenschaft**

ab Heft \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ bestellen!

☐ **Abonnement**

Ich erhalte **Blick in die Wissenschaft** zum günstigen Abopreis von € 5,50 (statt € 7,50) für das Heft – 1 Ausgabe im Jahr zzgl. Versandkosten € 1,64 (Inland). Ich spare damit ca. 23% gegenüber dem Bezug von Einzelheften.

☐ **Studentenabonnement**

Ich bin Student/in und erhalte **Blick in die Wissenschaft** zum günstigen Abopreis von € 4,- (statt € 7,50) für das Einzelheft – 1 Ausgabe im Jahr zzgl. Versandkosten € 1,64 (Inland). Ich spare damit ca. 47 % gegenüber dem Bezug von Einzelheften. Eine Kopie der Immatrikulationsbescheinigung lege ich bei.

☐ **Probeheft**

Ich erhalte 1 Heft kostenlos. Wenn ich **Blick in die Wissenschaft** anschließend nicht weiterbeziehen möchte, teile ich Ihnen das innerhalb von 10 Tagen nach Erhalt der Ausgabe schriftlich mit. Wenn Sie nichts von mir hören, erhalte ich **Blick in die Wissenschaft** künftig zum Bezugspreis von € 5,50 pro Heft zzgl. Versandkosten.

**Absender/in**

Name

Vorname

Straße

PLZ / Ort

\_\_\_\_\_ x  
Datum/Unterschrift      Bitte unbedingt hier unterschreiben

Widerrufsrecht: Ich bin darüber informiert, daß ich diese Bestellung innerhalb von 14 Tagen nach Absenden der Bestellkarte schriftlich beim Verlag widerrufen kann. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs. Dies bestätige ich mit meiner zweiten Unterschrift.

\_\_\_\_\_ x  
Zweite Unterschrift

☐ Das Abonnement soll ein Geschenk sein. Bitte liefern Sie an

Name

Vorname

Straße

PLZ / Ort

**Ja, ich möchte Blick in die Wissenschaft**

ab Heft \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ bestellen!

☐ **Abonnement**

Ich erhalte **Blick in die Wissenschaft** zum günstigen Abopreis von € 5,50 (statt € 7,50) für das Heft – 1 Ausgabe im Jahr zzgl. Versandkosten € 1,64 (Inland). Ich spare damit ca. 23% gegenüber dem Bezug von Einzelheften.

☐ **Studentenabonnement**

Ich bin Student/in und erhalte **Blick in die Wissenschaft** zum günstigen Abopreis von € 4,- (statt € 7,50) für das Einzelheft – 1 Ausgabe im Jahr zzgl. Versandkosten € 1,64 (Inland). Ich spare damit ca. 47 % gegenüber dem Bezug von Einzelheften. Eine Kopie der Immatrikulationsbescheinigung lege ich bei.

☐ **Probeheft**

Ich erhalte 1 Heft kostenlos. Wenn ich **Blick in die Wissenschaft** anschließend nicht weiterbeziehen möchte, teile ich Ihnen das innerhalb von 10 Tagen nach Erhalt der Ausgabe schriftlich mit. Wenn Sie nichts von mir hören, erhalte ich **Blick in die Wissenschaft** künftig zum Bezugspreis von € 5,50 pro Heft zzgl. Versandkosten.

**Absender/in**

Name

Vorname

Straße

PLZ / Ort

\_\_\_\_\_ x  
Datum/Unterschrift      Bitte unbedingt hier unterschreiben

Widerrufsrecht: Ich bin darüber informiert, daß ich diese Bestellung innerhalb von 14 Tagen nach Absenden der Bestellkarte schriftlich beim Verlag widerrufen kann. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs. Dies bestätige ich mit meiner zweiten Unterschrift.

\_\_\_\_\_ x  
Zweite Unterschrift

☐ Das Abonnement soll ein Geschenk sein. Bitte liefern Sie an

Name

Vorname

Straße

PLZ / Ort



## Blick in die Wissenschaft



Forschungsmagazin der  
Universität Regensburg



### im Abonnement – Vorteile, die überzeugen:

- ✓ günstiger Abonnementpreis (€ 5,50 statt € 7,50 für das Einzelheft)  
Sie sparen ca. 23% gegenüber dem Einzelbezug
- ✓ Sie versäumen keine Ausgabe
- ✓ Für Studierende noch günstiger (€ 4,- für das Einzelheft)

Entgelt  
zahlt  
Empfänger

### Antwort

Universitätsverlag Regensburg GmbH  
Leibnizstraße 13

D-93055 Regensburg

Telefon: (09 41) 7 87 85-0

Telefax: (09 41) 7 87 85-16

E-Mail: [bestellung@univerlag-regensburg.de](mailto:bestellung@univerlag-regensburg.de)

Internet: [www.univerlag-regensburg.de](http://www.univerlag-regensburg.de)

## Blick in die Wissenschaft



Forschungsmagazin der  
Universität Regensburg



Entgelt  
zahlt  
Empfänger

### Antwort

Universitätsverlag Regensburg GmbH  
Leibnizstraße 13

D-93055 Regensburg

Telefon: (09 41) 7 87 85-0

Telefax: (09 41) 7 87 85-16

E-Mail: [bestellung@univerlag-regensburg.de](mailto:bestellung@univerlag-regensburg.de)

Internet: [www.univerlag-regensburg.de](http://www.univerlag-regensburg.de)

## Blick in die Wissenschaft



Forschungsmagazin der  
Universität Regensburg



# Wollen Sie Ihren Chef in der Presse sehen?

*Oder mit ihm an einem  
Tisch sitzen?*

Die Antwort dürfte eindeutig sein. Vor allem bei Deloitte. Denn uns geht es in erster Linie darum, Menschen und ihre Fähigkeiten zusammenzubringen. Und zwar über alle Hierarchiestufen hinweg. Dafür haben wir eine ganz einfache, aber umso wirkungsvollere Lösung gefunden: Teams.

Teams, die oft sogar interdisziplinär zusammengesetzt sind. Das heißt, es kommen Wirtschaftsprüfer, Steuerexperten, Corporate Finance-Berater und Unternehmensberater für bestimmte Aufgaben zusammen. Das garantiert, dass man grundsätzlich alles im Blick hat. Jede Disziplin und die Auswirkungen eines Lösungsansatzes darauf. So kommen wir schnell auf den Punkt und zu Lösungen, die dem Kunden einen langfristigen Mehrwert bringen. Und den Mitarbeitern ständig den Blick über den Tellerrand garantieren. Dabei lernen permanent alle von allen. Oft auch Vorgesetzte von ihren Mitarbeitern.

Wenn Sie mehr über uns und Ihre Karrieremöglichkeiten bei Deloitte wissen möchten, finden Sie die wichtigsten Infos auf unserer Website:  
**[www.deloitte.com/careers](http://www.deloitte.com/careers)**

**Und wann kommen Sie auf den Punkt?**

## Deloitte.

**Wirtschaftsprüfung. Steuerberatung. Consulting. Corporate Finance.**

Deloitte bezieht sich auf Deloitte Touche Tohmatsu, einen Verein schweizerischen Rechts, und/oder sein Netzwerk von Mitgliedsunternehmen. Jedes dieser Mitgliedsunternehmen ist rechtlich selbstständig und unabhängig. Eine detaillierte Beschreibung der rechtlichen Struktur von Deloitte Touche Tohmatsu und seiner Mitgliedsunternehmen finden Sie auf [www.deloitte.com/de/ueberUns](http://www.deloitte.com/de/ueberUns). © 2008 Deloitte & Touche GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft





BMW

Werk Regensburg



Freude am Fahren

**In diesem Automobil stecken nur ausgesuchte Werkstoffe:  
Karbon, Aluminium und die Leidenschaft unserer Mitarbeiter in Regensburg.**



Wir sind stolz, dass unser BMW Werk in Regensburg mit seinen leidenschaftlichen Mitarbeitern maßgeblich am Erfolg des Wirtschaftsstandortes Oberpfalz beteiligt ist. Dort entsteht zum Beispiel der neue BMW M3, dessen Leistungsgewicht durch ein durchgehendes Karbondach und Aluminium maßgeblich optimiert wurde. Seit der Ansiedlung des Werkes im Jahr 1986 sind bis heute über 25.000 Arbeitsplätze entstanden – davon 10.000 bei BMW und 15.000 bei Zulieferern.

Auch durch zahlreiche gesellschaftliche Engagements in Kultur, Bildung und Sport ist das Werk fest in seiner Region verwurzelt. Erfahren Sie mehr auf [www.bmw-werk-regensburg.de](http://www.bmw-werk-regensburg.de)

**Mehr M als je zuvor. Das neue BMW M3 Coupé.**

