

Augsburger Universitätsreden | 77

77

Elektronische Korrelationen mit Alpenblick Abschiedsvorlesung von Prof. Dr. Dieter Vollhardt



Augsburger Universitätsreden

Herausgegeben von der Präsidentin der Universität Augsburg
ISSN 0939-7604

Elektronische Korrelationen mit Alpenblick

Abschiedsvorlesung von Prof. Dr. Dieter Vollhardt

Lehrstuhl für Theoretische Physik III

Zentrum für Elektronische Korrelationen und Magnetismus

am 26. Januar 2018



Impressum

Augsburger Universitätsreden

Herausgegeben von der Präsidentin der Universität Augsburg

Redaktion: Pressestelle der Universität Augsburg

Titelfoto: Zentrum für Elektronische Korrelationen und Magnetismus des Instituts für Physik

(Peter Neidlinger, Fotostelle Universität Augsburg)

Layout und Satz: Waldmann & Weinold, Kommunikationsdesign

Augsburg 2018



Prof. Dr. Dieter Vollhardt

Abschiedsvorlesung Prof. Dr. Dieter Vollhardt

Programm

J. Haydn, Streichquartett B-Dur, op. 50, 1 – Finale: Vivace

Begrüßung

Professor Dr. Dirk Volkmer

Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlich-Technischen
Fakultät

Grußwort

Professorin Dr. Sabine Doering-Manteuffel

Präsidentin der Universität Augsburg

W. A. Mozart, Streichquartett G-Dur, KV 387 – Molto Allegro

„Elektronische Korrelationen mit Alpenblick“

Professor Dr. Dieter Vollhardt

A. Dvorak, Streichquartett F-Dur, op. 96 – Finale.

Vivace ma non troppo

Musikalische Ausführung:

Mozartiana-Quartett des Leopold-Mozart-Zentrums

Elektronische Korrelationen mit Alpenblick
Prof. Dr. Dieter Vollhardt

Sehr geehrte Frau Präsidentin, liebe Frau Doering-Manteuffel,
Sehr geehrter Herr Dekan, lieber Herr Volkmer,
Liebe Hörerinnen und Hörer meiner Abschiedsvorlesung!

Ich freue mich sehr, dass Sie gekommen sind, und begrüße Sie sehr herzlich – insbesondere diejenigen, die eigens zu dieser Veranstaltung nach Augsburg angereist sind.

Eine Abschiedsvorlesung ist das Gegenstück zu einer Antrittsvorlesung. Auf Englisch heißt sie „Last Lecture“. Das klingt mir offen gesagt etwas zu dramatisch. Genau genommen geht es heute gar nicht um einen endgültigen Abschied – und eigentlich ist es noch nicht einmal eine richtige Vorlesung. Ich glaube, das muss ich Ihnen erklären:

Ich nehme heute Abend insofern keinen Abschied von der Universität, da ich zwar zum 1. April offiziell in den Ruhestand trete, ich aber weiterhin zur Universität kommen werde, um hier zu arbeiten – es gibt nämlich noch viel zu tun. Vielleicht werden mich einige von Ihnen sogar häufiger sehen als je zuvor, da ich dann (vielleicht) mehr Zeit habe, die zahlreichen Veranstaltungen unserer Universität zu besuchen.

Und der Begriff „Vorlesung“ trifft auch nicht ganz zu, denn ich schreibe den Stoff heute nicht mit Kreide an die Tafel, wie ich es sonst ausnahmslos in Vorlesungen tue, es werden danach keine

Übungsaufgaben ausgeteilt, und sie dauert auch nicht 90 Minuten. Meine Vorlesung richtet sich an eine breite Zuhörerschaft und ist daher eher ein Kolloquium.

Aber meine kommende Entpflichtung nach über 30 Jahren als Inhaber eines Lehrstuhls für Theoretische Physik – neun Jahre an der Rheinisch-Westfälisch Technischen Hochschule (RWTH) Aachen und 21 Jahre und ein Semester an der Universität Augsburg – ist natürlich ein ganz entscheidender Einschnitt für mich, ein Abschluss und auch ein Neubeginn, den ich mit dieser Veranstaltung zusammen mit Ihnen würdigen möchte. Ich begrüße Sie also zu meinem „Entpflichtungskolloquium“.

Der Titel meines Vortrags lautet *Elektronische Korrelationen mit Alpenblick*. Das wird den meisten von Ihnen etwas rätselhaft vorkommen. Tatsächlich möchte ich Ihnen in aller Kürze erklären,

- was elektronische Korrelationen sind und was sie mit Magnetismus zu tun haben,
- was „das EKM“ ist,
- wie das EKM an die Universität Augsburg kam,
- welcher Weg mich zum EKM führte,
- mit welchen Fragestellungen ich mich mit meinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern während der letzten 20 Jahre beschäftigt habe,
- und was das alles mit Alpenblick zu tun hat.

„Das EKM“

Das Zentrum für Elektronische Korrelationen und Magnetismus ist in dem bis jetzt noch südlichsten Gebäude der Universität Augsburg untergebracht (Abb. 1). Aus den Anfangsbuchstaben wurde schon vor seiner Gründung das Akronym EKM gebildet, so

dass das Zentrum heute üblicherweise als „das EKM“ bezeichnet wird.

In dem Namen tritt der Begriff „elektronische Korrelationen“ auf, der sicher nicht allgemein geläufig ist. Ihn und seine Verbindung zum Magnetismus möchte ich zunächst erklären.



Abb. 1: Luftaufnahme des Campus der Universität Augsburg. Im Vordergrund ist das Zentrum für Elektronische Korrelationen und Magnetismus (EKM) des Instituts für Physik (Pfeil) zu sehen [Quelle: Universität Augsburg].

Korrelationen

Der Begriff „Korrelation“ (aus dem Lateinischen: con + relatio) steht für eine wechselseitige Beziehung bzw. gegenseitige Abhängigkeit von Begriffen oder Objekten. Korrelationen sind das Wesen der Natur. Daher sind wir von Korrelationen umgeben. Nehmen wir ein Beispiel aus der Grammatik: Das Wortpaar „entweder, oder“ wird als Korrelat bezeichnet, da in einem grammatika-

lich korrekten Satz auf das Wort „entweder“ das Wort „oder“ folgen muss. Beide Wörter sind also streng korreliert. Ein ganz anderes Beispiel ist der Tanz: Die relative Bewegung von Balletttänzerinnen und -tänzern ist offensichtlich hoch korreliert. Tatsächlich sind alle Kunstwerke – ob in der Malerei, Musik oder Dichtung – durch Korrelationen zwischen einzelnen Komponenten (Bildteile, Noten, Wörter) charakterisiert. Korrelationen treffen wir auch im Alltag häufig an. So sind zum Beispiel Personen, die zusammen in einem Aufzug fahren, zeitlich und räumlich korreliert. Und wenn wir über einen Weihnachtsmarkt gehen, können wir nicht ungehindert ausschreiten, sondern müssen unsere Bewegung nach den uns umgebenden Personen richten. So gerät dieser Gang zu einer korrelierten Bewegung, und die Menschenmenge stellt physikalisch gesprochen ein korreliertes Vielkörpersystem der klassischen Physik dar.

Elektronische Korrelationen

Korrelationen treten insbesondere in Materie auf. Betrachten wir einen Festkörper wie Magnetit, ein magnetisches Material, das früher als „Magnetstein“ bezeichnet wurde und das sich z.B. in Form kleiner Körner am Ostseestrand finden lässt. Man würde zunächst nicht vermuten, dass die mikroskopische Struktur eines unförmigen Stücks Magnetit durch eine periodische Anordnung der Ionen, d.h. der Atomrümpfe mit den Atomkernen, in Form eines Gitters bestimmt ist.

Neben den Ionen spielen in dem Festkörper auch noch die Elektronen eine wichtige Rolle. Selbst in einem kleinen Stück Materie gibt es außerordentlich viele Ionen und Elektronen. Die Avogadro-Konstante ($6,022 \cdot 10^{23}$ Teilchen pro Mol) ist das Maß für die Teilchenzahl pro Stoffmenge. In einem Festkörper haben wir also mit einer unvorstellbar großen Zahl wechselwirkender Ionen

und Elektronen zu tun. Die Elektronen spielen hier eine besondere Rolle, da sie für die elektrische Leitfähigkeit des Festkörpers verantwortlich sind. Elektronen haben eine negative Ladung und eine Masse – beide außerordentlich klein. Daneben besitzen sie aber noch eine besondere Eigenschaft, die sie zu einem *quantenmechanischen* Teilchen macht: Sie haben nämlich einen „Spin“, eine Art Drall, genauer gesagt eine magnetische Richtung, die entweder parallel oder entgegengesetzt zu einem angelegten Magnetfeld steht und somit „quantisiert“ ist. Der Spin der Elektronen ist für den Magnetismus von Festkörpern verantwortlich. Die typischerweise 10^{23} Ionen und Elektronen in einem Brocken Magnetit stellen daher wegen ihrer gegenseitigen Wechselwirkung ein korreliertes quantenmechanisches Vielteilchensystem dar.

Korrelierte Vielteilchensysteme, ob klassisch oder quantenmechanisch, haben häufig außergewöhnliche Eigenschaften, die es in Systemen mit wenigen Teilchen nicht gibt. Zum Beispiel kann es zu Übergängen zwischen verschiedenen Phasen eines Systems kommen. Das kennen wir vom Wasser, das in drei verschiedenen Phasen auftritt: Dampf, Flüssigkeit, Eis. Das Schmelzen von Eis ist das Beispiel eines Übergangs von der festen in die flüssige Phase von Wasser. In ähnlicher Weise gibt es einen Übergang von einer magnetischen Phase in eine unmagnetischen Phase: Wenn Magnetit stark genug erhitzt wird, verliert es bei einer bestimmten Temperatur seine charakteristischen magnetischen Eigenschaften. Übergänge von einer Phase in eine andere, deren Beschaffenheit im Allgemeinen vorher gar nicht bekannt ist, stellen ein Beispiel für emergentes Verhalten von Vielteilchensystemen dar. Der Begriff „Emergenz“ soll dabei ausdrücken, dass dieses Verhalten spontan, d.h. aus sich selbst heraus, und nur aufgrund der Wechselwirkung zwischen den Teilchen entsteht. Der theoretische Physiker Philip W. Anderson, einer der einflussreichsten theoretischen Festkörperphysiker der zweiten Hälfte des 20. Jahr-

hundert, der 1977 mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet wurde, hat diese Eigenschaft mit dem knappen Ausdruck „more is different“ zusammengefasst: Viele Teilchen, die miteinander wechselwirken, sind eben *mehr* als die Summe der einzelnen Teilchen¹. Die Wechselwirkung kann tatsächlich zu völlig neuartigen Phänomenen führen. Ein Beispiel ist der bereits erwähnte Magnetismus. Der Spin eines einzelnen, isolierten Elektrons zeigt im Allgemeinen in eine zufällige Richtung. Im Fall sehr vieler wechselwirkender Elektronen kann es aber zu einer spontanen Ausrichtung der Spins und damit zu einem langreichweitig geordneten magnetischen Zustand der Elektronen im Festkörper kommen. Ein anderes Beispiel – ohne Quantenmechanik – ist der Straßenverkehr: Autofahrer möchten möglichst ungehindert fahren. Wenn aber sehr viele Autos zusammenkommen und dabei eine gewisse Dichte überschritten wird, kommt es aufgrund der Korrelationen zwischen den Autos zu dem berühmten „Stau aus dem Nichts“. In biologischer Materie sind derartige Phänomene besonders spektakulär: Einzelne Neuronen im Gehirn können nicht denken, aber die Wechselwirkung zwischen sehr vielen Neuronen kann sogar zu menschlichem Geist und Bewusstsein führen.

Die elektronischen Korrelationen im Festkörper führen zu unterschiedlichen magnetischen Ordnungszuständen der Elektronen, wie zum Beispiel in Eisen, Kobalt und Nickel oder eben in Magnetit. Wir sehen, dass elektronische Korrelationen und Magnetismus eng miteinander verknüpft sind. Das ist der Grund, warum diese Begriffe in dem Namen des EKM zusammen auftreten.

¹ In anderen Zusammenhängen wird diese Erkenntnis durch ein verkürztes Zitat von Aristoteles ausgedrückt: „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“.

Entstehungsgeschichte des EKM

Wieso gibt es eigentlich ein Zentrum für elektronische Korrelationen und Magnetismus (EKM) in Augsburg? Wenn Sie sich mit Opern auskennen, so erscheint es Ihnen vielleicht durchaus plausibel, dass das EKM in Schwaben angesiedelt ist. Das Thema wird nämlich von Wolfgang Amadeus Mozart, dessen Familie ja aus Augsburg stammt, in seiner Oper *Così fan tutte* behandelt. Bei dieser Oper handelt es sich um eine turbulente Verwechslungs- und Betrugsgeschichte mit einer scheinbaren Vergiftung und dem Auftritt eines als Arzt verkleideten Hausmädchens. Dieser angebliche Arzt will die Vergiftung mit einem Magnetstein heilen, dem „Pietra Mesmerica“. Damit machen sich Mozart und der Librettist, Da Ponte, über Franz Anton Mesmer lustig, der 1734 in Schwaben geboren wurde, an der Theologischen Universität Dillingen (der Vorläuferin der Universität Augsburg) studierte und später nach Wien zog, wo er Magnetheilkuren entwickelte und anwandte, die heute noch mit den Begriffen „Mesmerismus“ (vor allem im Englischen) und „Animalischem Magnetismus“ verbunden sind. Er ist der wahre „magnetico Signor Dottore“, von dem in *Così fan tutte* die Rede ist. Mesmer, der in Wien einen musikalischen Salon unterhielt, in dem auch die Familie Mozart verkehrte, sprach angeblich breites Schwäbisch, worauf in der Arie der Despina, der als Arzt verkleideten Zofe, im Finale des ersten Akts Bezug genommen wird:

*So il greco e l'arabo
So il turco e il vandalo,
Io svevo e il tartaro
so ancor parlar*²

² Ungefähre Übersetzung: Ich kenne Griechisch und Arabisch, ich kenne Türkisch und Vandalisch, und Schwäbisch und Tartarisch kann ich auch sprechen...

Eine Verbindung zwischen Magnetismus und Schwaben ist also historisch durchaus belegt. Im Einzelnen verlief die Geschichte des EKM dann aber doch etwas anders und ist nur noch wenigen bekannt. Ich freue mich daher, heute Abend zwei Zeitzeugen begrüßen zu können: Meinen Dresdner Kollegen Frank Steglich, der eigens aus Boston angereist ist, und meinen Augsburger Kollegen Peter Hänggi.

Im Jahr 1987 wurde der Studiengang Physik an der Universität Augsburg eingerichtet. Hierzu wurde eine Berufungskommission eingesetzt, deren Mitglieder von Peter Hänggi und Edgar Lüscher (TU München) vorgeschlagen worden waren und der insbesondere Frank Steglich (damals TU Darmstadt) und der damalige Dekan unserer Fakultät, der Mathematiker Jochen Brüning, angehörten. Herr Steglich, von dem ich das alles aus erster Hand weiß, berichtete Herrn Brüning gelegentlich „beim Italiener“ von seinem erfolglosen Versuch, in Darmstadt ein Max-Planck-Institut (MPI) als Teilinstitut des Stuttgarter MPI für Festkörperforschung zu gründen³. Herr Brüning bat Herrn Steglich, ihm seine Planungen für das MPI zu überlassen und erreichte, dass im Ministerium in München Interesse für ein „Institut für Elektronische Korrelationen und Magnetismus“ (IKM) in Augsburg geweckt wurde. Entscheidend war wohl, dass er sein Anliegen dem damaligen Ministerpräsidenten Streibl persönlich vortragen konnte. Der Vorschlag der Staatsregierung, in Augsburg ein IKM mit vier Abteilungen zu gründen wurde allerdings 1993 vom Wissenschaftsrat abgelehnt und eine kleinere Lösung mit drei Abteilungen in Form eines „Bereichs Elektronische Korrelationen und Magnetismus (EKM)“ als Teil des Instituts für Physik empfohlen. Es wurde weiterhin vereinbart, dass das Bundesministerium für Bildung und Forschung die beiden ex-

³ Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hatte Herrn Steglich im Jahr 1987 mit einem Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis ausgezeichnet.

perimentellen Abteilungen für zehn Jahre finanziert (was ein ganz neues Finanzierungskonzept für eine Universität darstellte) und der Freistaat die Finanzierung der Theorieabteilung übernimmt.

Im Jahr 1996 war das EKM-Gebäude schließlich fertig (Abb. 2) und Alois Loidl, Jochen Mannhart und ich nahmen unsere Rufe auf die drei Lehrstühle an. Die festliche Einweihung fand am 15. Juli 1996 statt (Abb. 3) und wurde von einer ausführlichen Berichterstattung in der lokalen und überregionalen Presse begleitet. Auch Herr Prem gab ein schönes Sonderheft (3&4/1996) von UniPress heraus, der Zeitschrift der Universität Augsburg, auf dessen Titelbild die bunten Stelen vor dem EKM abgebildet sind (Abb. 4).

Ein Jahr später hielten wir drei hintereinander an einem Abend unsere Antrittsvorlesungen (Abb. 5). Bei dieser Gelegenheit möchte ich allen damaligen Kolleginnen und Kollegen unserer Fakultät und insbesondere des Instituts für Physik noch einmal herzlich für ihre uneigennützig Unterstützung der Pläne danken, die letztlich zur Errichtung des EKM führten.

Im Jahr 2000 wurde Herr Steglich mit der Ehrendoktorwürde der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Augsburg für seine herausragenden Forschungsleistungen auf dem Gebiet der elektronischen Korrelationen und des Magnetismus ausgezeichnet, wobei seine Verdienste um die Etablierung des Faches Physik und den Aufbau des EKM an der Universität Augsburg besondere Würdigung fanden.

Zehn Jahre nach Eröffnung des „Bereichs Elektronische Korrelationen und Magnetismus“ und nach mehreren erfolgreichen Begutachtungen wurde seine Finanzierung im Jahr 2006 vom Freistaat Bayern übernommen und verstetigt und das EKM in „Zentrum für Elektronische Korrelationen und Magnetismus“ umbe-



Abb. 2: Das EKM im Sommer 1996 [Quelle: D. Vollhardt].

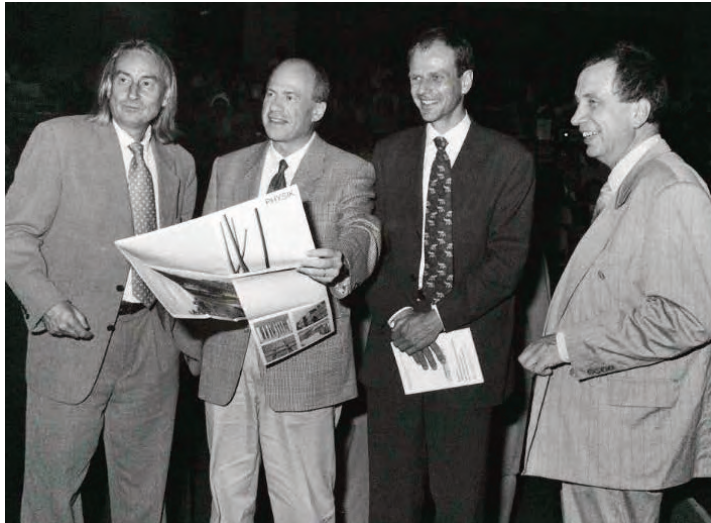


Abb. 3: Einweihung des EKM am 15. Juli 1996; von links nach rechts: Prof. Dr. Alois Loidl (Lehrstuhl für Experimentalphysik V), Prof. Dr. Dieter Vollhardt (Lehrstuhl für Theoretische Physik III), Prof. Dr. Jochen Mannhart (Lehrstuhl für Experimentalphysik VI), Prof. Dr. Bernd Stritzker (Baubeauftragter des Instituts für Physik) [Quelle: Universität Augsburg].



Abb. 4: Titelbild von UniPress zur Eröffnung des EKM, Ausgabe 3&4/1996 [Quelle: Universität Augsburg/ K. Prem].



Abb. 5: Einladung zu den Antrittsvorlesungen von A. Loidl, J. Mannhart und D. Vollhardt am 19. Juli 1997 [Quelle: Universität Augsburg].



Abb. 6: Gruppenbild der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am EKM im November 1997.



Abb. 7: Gruppenbild der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am EKM im Dezember 2017.

nannt. Seitdem hat das EKM, an dem etwa 60–80 Personen arbeiten (Abb. 6, 7), einen internationalen wissenschaftlichen Beirat, dessen Vorsitzender Herr Steglich ist.

Mein Weg zum EKM

An dieser Stelle möchte ich Ihnen kurz schildern, wie ich überhaupt zum EKM kam. Die 21,5 Jahre in Augsburg waren ein herausragender Teil meiner wissenschaftlichen Laufbahn, aber die Zeit davor war für mich natürlich mindestens ebenso prägend. Mein Studium verlief etwas unorthodox. Ich studierte ab 1971 Physik an der Universität Hamburg, ging aber im Jahr 1976 –

noch vor Einreichung meiner Diplomarbeit – an die University of Southern California (USC) in Los Angeles, wo ich insgesamt drei Jahre lang Mitarbeiter des japanischen theoretischen Physikers Kazumi Maki war. Mit den wissenschaftlichen Ergebnissen meines ersten Jahres am USC diplomierte ich 1977 an der Universität Hamburg. Die Forschungsergebnisse der folgenden 18 Monate waren der Inhalt meiner Dissertation, die ich im Sommer 1979 ebenfalls in Hamburg einreichte. Danach wurde ich wissenschaftlicher Mitarbeiter von Peter Wölfle, den ich hiermit sehr herzlich begrüße, am MPI für Physik und Astrophysik in München, dem heutigen Werner-Heisenberg-Institut. Unsere gemeinsame wissenschaftliche Basis war zunächst die Theorie des supraflüssigen Helium-3, über die wir bald darauf begannen ein Buch zu schreiben. Herr Wölfle führte mich aber auch in das damals hochaktuelle Thema der Physik ungeordneter elektronischer Systeme und der sogenannten Anderson-Lokalisierung ein, zu dem wir innerhalb eines Jahres eine umfangreiche Theorie entwickelten. Unmittelbar darauf, im Jahr 1981, gab Herr Wölfle mir die Gelegenheit, unsere Resultate auf einem Workshop an dem berühmten Aspen Center for Physics in Aspen, Colorado, vorzustellen. Unsere Ergebnisse wurden dort mit großem Interesse aufgenommen und von den Kollegen anschließend auf Konferenzen weiterverbreitet. Das war besonders für mich als jungen Postdoc sehr wichtig, da ich daraufhin Einladungen bedeutender Forschungsinstitutionen erhielt. Vor allem lud Phil Anderson mich zu einem Forschungsaufenthalt an den Bell Laboratories in Murray Hill (USA) ein, den ich dort zwei Jahre später verbrachte.

In München hatte ich mich schon bayerisch akklimatisiert. Erst in Aspen wurde es aber so richtig bayerisch. Insbesondere wohnte ich dort in einem Haus, das in traditionell alpinem Stil gebaut war und den Namen „Alpenblick“ trug. Damit nehme ich zum ersten Mal Bezug auf diesen Teil des Titels meines Vortrags.

In den folgenden Jahren kehrte ich immer wieder nach Aspen zurück – auch zusammen mit Peter Wölfle. Während der Woche wird dort intensiv wissenschaftlich gearbeitet und am Wochenende geht es gemeinsam in die Berge zum Wandern.

Im Jahr 1984 habilitierte ich mich an der TU München und begann selbst junge Wissenschaftler auszubilden – damit ich begrüße meinen ersten Diplomanden Christoph Bruder (jetzt Professor an der Universität Basel).

RWTH Aachen

Eineinhalb Jahre später, im Jahr 1986, erhielt ich einen Ruf auf den Lehrstuhl für Theoretische Festkörperphysik C und eine Direktorenstelle am Institut für Physik der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen. Im September 1987 begann ich dort mit der Arbeit. Es folgte eine wunderbare und wissenschaftlich sehr erfolgreiche Zeit mit herausragenden jungen Mitarbeitern. Damit begrüße ich meinen ersten Doktoranden Walter Metzner (jetzt Direktor am Max-Planck-Institut für Festkörperforschung und Professor an der Universität Stuttgart), meinen ersten wissenschaftlichen Assistenten Peter van Dongen (jetzt Professor an der Universität Mainz), meinen ersten Gast im Alexander von Humboldt-Programm Václav Janiš (jetzt Professor an der Karls-Universität Prag) sowie zwei meiner letzten Doktoranden in Aachen Ruud Vlaming (jetzt Inhaber von Beta Research in den Niederlanden) und Götz Uhrig (jetzt Professor an der Universität Dortmund).

Etwas mehr als ein Jahr nach der Ankunft in Aachen veröffentlichten Walter Metzner und ich die Arbeit *Correlated lattice fermions in $d = \infty$ dimensions*, in der wir einen neuen Zugang zur

Behandlung korrelierter elektronischer Systeme formulierten⁴. Unsere Ergebnisse wurden sofort international aufgegriffen. Diese Arbeit war der Auslöser für die bald darauf folgende Formulierung der sogenannten „Dynamischen Mean-Field Theorie“, auf die ich später noch eingehen werde⁵. Im folgenden Jahr erschien dann auch noch das Buch *The Superfluid Phases of Helium 3* von Peter Wölfle und mir, an dem wir sieben Jahre lang gearbeitet hatten⁶. Mit seinen 638 Seiten und mehr als 1300 Referenzen ist es auch heute noch die einzige Monographie über dieses grundlegende Gebiet der Physik der kondensierten Materie, auf dem inzwischen Nobelpreise an vier Forscher verliehen wurden.

Wir hatten damals in Aachen sehr viele Wissenschaftler zu Besuch – dazu zählte auch Sir Nevill Mott, der 1977 zusammen mit Phil Anderson den Nobelpreis für Physik erhalten hatte, sowie Alexei Abrikosov, der im Jahr 2003 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurde. Darüber hinaus waren zahlreiche andere herausragende russische Physiker bei uns zu Gast. Nach der Auflösung der Sowjetunion suchten nämlich viele hervorragende Theoretiker, insbesondere Kollegen aus dem berühmten Landau-Institut, den Weg in den Westen.

Vor genau 25 Jahren, im Jahr 1993, erfuhr ich dann von dem Aufbau des EKM an der Universität Augsburg. Die Vorstellung, meine Forschung dort noch erweitern zu können, war sehr attraktiv. Deshalb bewarb ich mich auf den neu ausgeschriebenen Lehrstuhl für Theoretische Physik III mit der Ausrichtung auf Elek-

4 Correlated lattice fermions in $d = \infty$ dimensions, W. Metzner and D. Vollhardt, Phys. Rev. Lett. **62**, 324 (1989)

5 Die wissenschaftlichen Entwicklungen, die zu unserer Veröffentlichung führten, habe ich in der Einstein Lecture Dynamical mean-field theory for correlated electrons, D. Vollhardt, Ann. Phys. (Berlin), **524**, 1 (2012) zusammengefasst.

6 The Superfluid Phases of Helium 3, D. Vollhardt and P. Wölfle, (Taylor & Francis, London, 1990)

tronische Korrelationen und Magnetismus und wurde berufen. Die Verhandlungen in München liefen gut und Friedrich Pukelsheim, der damalige Dekan unserer Fakultät, den ich herzlich begrüße, und meine Kolleginnen und Kollegen am Institut für Physik, allen voran Uli Eckern, den ich damals schon lange kannte und den ich hiermit ebenfalls begrüße, waren sehr hilfreich. Nach einem Abschiedsfest in Aachen machte ich mich im September 1996 mit meiner Familie und einer Gruppe von sieben Mitarbeitern, von denen fünf heute hier sind, nach Augsburg auf: Damit begrüße ich meinen langjährigen Augsburgener Mitarbeiter und Kollegen Marcus Kollar, den die meisten von Ihnen hier natürlich kennen, Nils Blümer (jetzt Direktor des Rechenzentrums der Universität Eichstätt), Martin Ulmke (jetzt Wissenschaftler am Fraunhofer-Institut für Kommunikation und Informationsverarbeitung in Wachtberg), Peter van Dongen, und Karsten Held (jetzt Professor an der TU Wien).

Universität Augsburg

Hier in Augsburg habe ich dann den Lehrstuhl für Theoretische Physik III am EKM aufgebaut, wobei mir meine Mitarbeiter sehr stark geholfen haben. Tatsächlich gab es sehr viel zu tun, denn die Räume waren ja im Wesentlichen noch leer. Ich kaufte Mobiliar, wobei mir Herr Hagen half, und Herr Held war für die Rechnerausstattung verantwortlich. Schließlich waren sogar noch 80.000 DM für die künstlerische Ausstattung des EKM übrig. Es war eine einmalige Zeit des Neuanfangs. Damit begrüße ich auch Stefan Kehrein (jetzt Professor an der Universität Göttingen), der damals als wissenschaftlicher Assistent das erste neue Mitglied meiner Gruppe hier in Augsburg war.

Für mich ist das EKM in dem schönsten Gebäude Augsburgs untergebracht. Ich konnte allerdings nie verstehen, wieso dort die

Sonnenjalousien *innen* angebracht sind, denn das macht physikalisch wenig Sinn. Im Sommer wird es bei uns sehr heiß...

Ich möchte noch einmal betonen, dass ich in München, Aachen und Augsburg immer herausragend begabte und hochmotivierte Studierende und Mitarbeiter hatte, die auszubilden und mit denen zu arbeiten mir eine sehr große Freude war. Jeder von ihnen war (und ist) einzigartig, völlig individuell, nicht austauschbar und hat ganz besondere Talente, die es zu entdecken und zu pflegen galt, ohne dabei zu stören... Deshalb habe ich meine Mitarbeiter nie als „Team“ bezeichnet, weil dieses Wort meines Erachtens die Individualität des Einzelnen und seine originelle wissenschaftliche Leistung nicht angemessen ausdrückt. Einmal im Jahr traten meine Mitarbeiter dann aber tatsächlich als *Team* auf, nämlich bei dem Fußballturnier des Instituts für Physik, bei dem wir in den Jahren 2005 und 2007 sogar den ersten Platz erreichten – was für theoretische Physiker eine ungewöhnliche Leistung war.

Von meinem Büro im obersten Stockwerk des EKM habe ich direkten Blick nach Süden. Bis vor wenigen Jahren schaute ich dabei auf ein ehemaliges Flugfeld mit bewegter hundertjähriger Geschichte (Abb. 8). Die Tatsache, dass während der letzten Jahre immer mehr wissenschaftlich genutzte Gebäude auf diesem Areal entstanden sind, dokumentiert die Entwicklung der Universität Augsburg und der gesamten Forschungslandschaft in Augsburg besonders eindrucklich. Bei Föhn habe ich von meinem Schreibtisch am EKM trotzdem auch heute noch einen herrlichen Blick auf die Alpenkette – einen direkten *Alpenblick* (Abb. 9). Das ist der zweite Bezug auf den Titel meines Vortrags. Interessanterweise herrschte vor 20 Jahren nur wenige Male im Jahr Föhn. Das hat sich in den letzten Jahren stark geändert, denn ich kann die Alpen nun zeitweise jede Woche sehen.



Abb. 8: Blick nach Süden aus dem Fenster meines Arbeitszimmers am EKM im Herbst 1996 [Quelle: D. Vollhardt].

Abb. 9: Elektronische Korrelationen und Magnetismus mit Alpenblick: Blick nach Süden aus dem Fenster meines Arbeitszimmers am EKM im September 2017 [Quelle: D. Vollhardt].

Elektronische Korrelationen in Modellen und Materialien

Der Schwerpunkt meiner wissenschaftlichen Arbeit und der meiner Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter lag und liegt weiterhin auf der Erforschung der Eigenschaften elektronischer Korrelationen in Modellen und Materialien. Damit möchte ich die übrigen ehemaligen Mitarbeiter der letzten 20 Jahre, die heute Abend hier dabei sind, begrüßen: Walter Hofstetter (jetzt Professor an der Universität Frankfurt), Jan Kuneš (jetzt Professor an der TU Wien), Anna Kauch (wissenschaftliche Mitarbeiterin an der TU Wien), Martin Eckstein (jetzt Professor an der Universität Erlangen-Nürnberg) und meinen letzten Doktoranden Markus Greger.

Zunächst muss ich Ihnen erklären, warum elektronisch korrelierte Systeme überhaupt interessant sind. Materialien mit korrelierten Elektronen haben ganz außergewöhnliche Eigenschaften. Sie reagieren nämlich sehr empfindlich auf kleinste Veränderungen äußerer Parameter, wie der Temperatur, dem Druck, oder einem Magnetfeld. Beispiele hierfür sind die enorm starken Änderungen im elektrischen Widerstand von Übergangsmetall-oxiden wie den Vanadaten oder im Volumen seltener Erden wie dem Cer bei Variation der Temperatur. Auch die sogenannte Hochtemperatur-Supraleitung in den Kupraten ist ein elektronisches Korrelationsphänomen. Elektronisch korrelierte Materialien verhalten sich also ganz anders als die seit Jahrzehnten bekannten und technologisch genutzten Festkörpern wie Silizium oder Germanium. Die Untersuchung dieser Eigenschaften ist zunächst einmal ein hochinteressantes Thema der Grundlagenforschung. Dabei zeigten sich aber auch schon bald Möglichkeiten für technologische Anwendungen, z. B. in Form von Sensoren und Schaltern.

Wie lassen sich diese faszinierenden Eigenschaften verstehen? Damit komme ich auf die theoretische Untersuchung korrelierter

Materialien zu sprechen. Wenn wir die physikalische Beschaffenheit eines Brockens Magnetit mikroskopisch untersuchen wollen, so ist klar, dass wir zunächst eine geeignete Modellierung vornehmen müssen. Modellierung bedeutet Vereinfachung durch Reduktion und Abstraktion. Es gibt dafür allerdings keine klar definierte Vorgehensweise. Modellierung erfordert Wagemut und Kreativität.

Das gibt mir Gelegenheit auf den Band der Augsburger Universitätsreden mit dem Titel *Wissenschaft und Kreativität. Eine Selbstvergewisserung* einzugehen⁷. Er wird von einem kurzen Artikel von Frau Doering-Manteuffel mit dem Titel *Kleiner Amadé* eingeleitet, in dem sie mit Bezug auf den jungen Wolfgang Amadeus Mozart für mehr Leichtigkeit und gegen überbordende Vorgaben, Richtlinien und Zielvereinbarungen für die Universitäten plädiert. Derselbe Band enthält auch einen Beitrag von Marcus Kollar mit dem Titel *Kreative Theorie*, in dem es ebenfalls um den von mir eben angesprochenen Punkt geht – die für theoretische Physik nötige Kreativität. Denn theoretische Physik beschränkt sich nicht auf die Ableitung und Lösung komplizierter mathematischer Formeln, sondern ist ein kreatives, mathematisch fundiertes Aufspüren unbekannter Zusammenhänge.

Zurück zur Modellierung in der theoretischen Physik. Das sogenannte Hubbard-Modell stellt die maximale Vereinfachung des Problems wechselwirkender Elektronen im Festkörper dar. Dabei werden die Ionen, d. h. das strukturelle Skelett des Festkörpers, durch ein vorgegebenes, festes Gitter beschrieben, auf dem sich

⁷ *Wissenschaft und Kreativität. Eine Selbstvergewisserung*, hg. von M. Krauss zusammen mit W. Reif, W. Schneider und P. Welzel; gewidmet S. Doering-Manteuffel zum 60. Geburtstag (Augsburger Universitätsreden, Band 72, Universität Augsburg, 2017).

die Elektronen durch Hüpfen von einem Gitterplatz zum nächsten bewegen können. Die Stärke dieses Hüpfens wird lediglich durch eine Amplitude t charakterisiert – die Masse und die Ladung der Elektronen kommen gar nicht explizit vor. Wichtig ist vor allem ihr Spin, d. h. ihre magnetische Richtung. Wenn ein Elektron im Verlauf seiner Bewegung durch das Gitter auf ein anderes Elektron trifft⁸, so erfahren die beiden Elektronen auf dem Gitterplatz eine Abstoßung U , die ihre lokale Coulomb-Wechselwirkung beschreibt. Im Laufe der Zeit kann ein Gitterplatz also leer, oder mit einem einzigen Elektron oder doppelt besetzt sein (in diesem Fall mit umgekehrter Richtung der Spins der beiden Elektronen) wie es in der Sequenz der Besetzung des Gitterplatzes in Abb. 10 angedeutet ist.

Die Modellierung eines realen Materials stellt offensichtlich eine extreme Vereinfachung des Ausgangsproblems dar. Trotz dieser Idealisierung handelt es sich dann immer noch um ein hochkompliziertes quantenmechanisches Vielteilchensystem, für dessen theoretische Untersuchung weitere Näherungen gemacht werden müssen. Diese Näherungen sollten so stark sein, dass eine Untersuchung überhaupt möglich gemacht wird, aber auch nicht zu grob sein, da sich sonst die wesentlichen physikalischen Aspekte nicht mehr beschreiben lassen. Modellierung ist eben eine Kunst...

Wie lässt sich nun eine geeignete Näherungsmethode für die Untersuchung korrelierter Elektronen auf Grundlage des Hubbard-Modells konstruieren? In unserer bereits erwähnten Veröffentlichung aus dem Jahr 1989 schlugen Walter Metzner und ich vor,

⁸ Das ist nur möglich, wenn sich die magnetischen Richtungen der beiden Elektronen unterscheiden, d. h. wenn sie entgegengesetzt orientiert sind, wie es von dem Pauli'schen Ausschließungsprinzip gefordert wird.

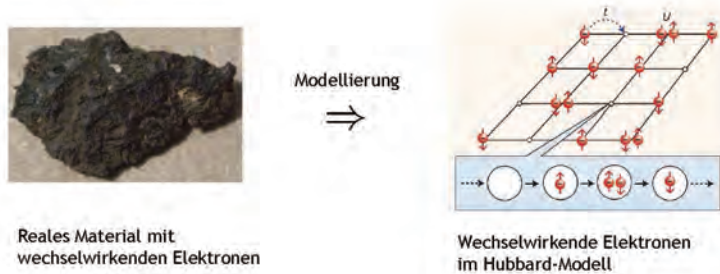


Abb. 10: Erster Schritt bei der theoretischen Untersuchung von Materialien mit korrelierten Elektronen – die Modellierung. Dargestellt ist die im Text beschriebene Idealisierung eines realen korrelierten Materials durch das sogenannte Hubbard-Modell. Um die Darstellung zu vereinfachen, wird hier ein zweidimensionales Gitter gezeigt.

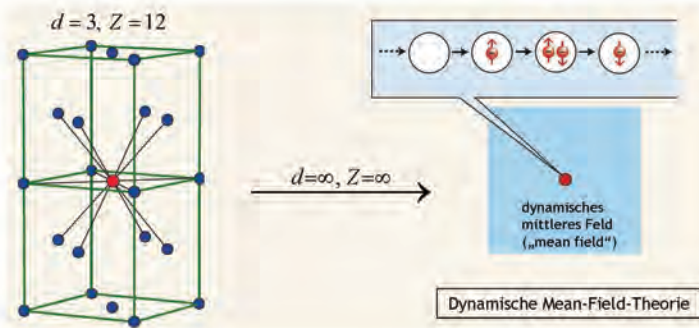


Abb. 11: Zweiter Schritte in der theoretischen Untersuchung von Materialien mit korrelierten Elektronen – die näherungsweise Behandlung des Modells. Während ein Gitterplatz in einem Gitter in drei Dimensionen ($d = 3$) maximal 12 nächste Nachbarn ($Z = 12$) haben kann, ist er bei einem fiktiven Übergang zu unendlich hohen Dimensionen ($d = \infty$) von unendlich vielen nächsten Nachbarn ($Z = \infty$), d. h. von einem homogenen, aber dynamischen „mittleren Feld“ (engl.: *mean field*), umgeben. Das ist die Grundlage der sog. „Dynamischen Mean-Field Theorie“ (DMFT) für korrelierte Elektronen in einem Festkörper.

die Zahl der nächsten Nachbarn eines Gitterplatzes, die in einem dreidimensionalen Raumgitter maximal 12 sein kann (und die damit bereits recht hoch ist), noch weiter zu erhöhen. Das ist zwar in drei Raumdimensionen nicht möglich, aber bei einem fiktiven Übergang in höhere Dimensionen schon. Diese Erweiterung auf höhere Raumdimensionen ist ein Trick, der aus der klassischen statistischen Physik bekannt ist, der aber im Fall quantenmechanischer Teilchen wie den Elektronen noch nie angewandt worden war. Wir konnten zeigen, dass die künstliche Erhöhung der Zahl der nächsten Nachbarn eines Gitters (bzw. der Raumdimension) auf einen *unendlich* großen Wert zu außerordentlich starken Vereinfachungen in der theoretischen Untersuchung des Hubbard-Modells führt, ohne dass die Essenz der physikalischen Aussage dadurch gemindert wird. Das liegt daran, dass die Wechselwirkung zwischen den Elektronen, die in diesem Modell ja nur auf einem einzelnen Gitterplatz stattfinden kann, von der Umgebung des Gitterplatzes und damit von der Raumdimension gar nicht abhängt. Die mit einer Erhöhung der Raumdimension verbundenen Änderungen betreffen also nur die Umgebung jedes Gitterplatzes. Während ein Gitterplatz in einem dreidimensionalen System maximal 12 nächste Nachbarn haben kann, ist er in unendlich hohen Dimensionen von unendlich vielen nächsten Nachbarn umgeben, d.h. von einem homogenen, aber dynamischen „mittleren Feld“ (engl.: *mean field*) (Abb. 11). Diese Erkenntnis führte zur Formulierung der „Dynamischen Mean-Field Theorie“ (DMFT)⁹. Die DMFT ermöglicht eine exakte Behandlung der Quantendynamik der Elektronen, bei der das räumliche Verhalten näherungsweise durch ein „mittleres Feld“ beschrieben wird. Die Vereinfachungen, die sich bei den Untersuchungen des Hubbard-Modells im Grenzwert hoher Raum-

9 V. Jansš, Z. Phys. B **83**, 227 (1991); A. Georges and G. Kotliar, Phys. Rev. B **45**, 6479 (1992); M. Jarrell, Phys. Rev. Lett. **69**, 168 (1992)

dimensionen ergeben, stellten einen Durchbruch hinsichtlich der Behandlung korrelierter elektronischer Systeme dar und eröffneten ein neues Forschungsfeld¹⁰.

Die DMFT ermöglichte es schon bald, einige fundamentale Korrelationsphänomene wie zum Beispiel den durch die abstoßende Wechselwirkung zwischen den Elektronen hervorgerufenen Übergang von einem Metall zu einem Isolator modellhaft zu erklären. Darüber hinaus wies sie aber sogar den Weg zu der Untersuchung *realer*, elektronisch korrelierter Materialien. Ausgehend von konventionellen Methoden zur Berechnung der materialspezifischen Struktur von Festkörpern wie der sogenannten „Lokalen Dichtenäherung (LDA)“ lassen sich die in diesen Methoden fehlenden elektronischen Korrelationen explizit hinzufügen und im Rahmen der DMFT lösen¹¹. Daraus entstand die sog. LDA+DMFT-Methode, die einen enormen Fortschritt in der Untersuchung realer Materialien mit elektronischen Korrelationen wie den Übergangsmetallen und ihren Oxiden darstellt. Lassen Sie mich hier nur die Anwendung auf Eisen erwähnen. Obwohl Eisen natürlich schon seit langem untersucht wird und es viel „modernere“ Materialien gibt, ist dieses Element auch heute noch von größter Bedeutung. Eisen ist nämlich nicht nur das auf unserem Planeten am häufigsten vorkommende chemische Element, sondern auch das in der Industrie immer noch meistverwendete Metall – insofern leben wir auch heute noch in der Eisenzeit. Trotz intensiver, langjähriger Untersuchungen von Eisen gibt es bezüglich der mikroskopischen Erklärung seiner Eigenschaften weiterhin viele offene Fragen. Insbesondere ist das Pha-

10 Für die Entwicklung und Anwendung der Dynamischen Mean-Field Theorie wurden A. Georges, G. Kotliar, W. Metzner, und ich im Jahr 2006 mit dem Europhysics Prize of the European Physical Society ausgezeichnet.

11 V.I. Anisimov, A.I. Poteryaev, M.A. Korotin, A.O. Anokhin, and G. Kotliar, J. Phys.: Condens. Matt. **9**, 7359 (1997); A.I. Lichtenstein and M.I. Katsnelson, Phys. Rev. B **57**, 6884 (1998)

sendiagramm von Eisen ungewöhnlich kompliziert und in vieler Hinsicht unverstanden. Bei nicht zu hohen Temperaturen und Drücken liegt Eisen in der α (alpha)-Phase vor, auch Ferrit genannt, in der das Ionengitter eine sogenannte kubisch-raumzentrierte Struktur hat. Für Temperaturen unterhalb der Curie-Temperatur $T_C = 768^\circ$ Celsius (entspricht $T_C = 1041$ Kelvin) ist die α -Phase ferromagnetisch, d.h. die magnetischen Richtungen der Elektronen sind aufgrund ihrer gegenseitigen Wechselwirkung mehr oder weniger parallel ausgerichtet. Wird die Temperatur T_C überschritten verliert die α -Phase die ferromagnetische Ordnung, behält aber ihre Gitterstruktur bei. Eine weitere Erhöhung der Temperatur um 142° Celsius führt zu einem Phasenübergang in die γ (gamma)-Phase, in der das Ionengitter erstaunlicherweise eine *dichtere* (die kubisch-flächenzentrierte) Struktur hat. Bei weiterer Temperaturerhöhung findet zunächst ein Phasenübergang in die δ (delta)-Phase statt, in der das Gitter *wieder* eine kubisch-körperzentrierte Struktur besitzt, bis Eisen schließlich flüchtig wird. Bei hohen Drücken ergeben sich zusätzliche Phasen (Abb. 12). Es ist erstaunlich, dass ein einzelnes chemisches Element eine derart reichhaltige Phasenstruktur besitzen kann! Man spricht hier von der „Polymorphie“ des Eisens. Eine noch bis vor wenigen Jahren unbeantwortete Frage war, warum die α -Phase von Eisen oberhalb der Curie-Temperatur überhaupt stabil ist. Konventionelle Berechnungsmethoden kommen nämlich zu dem Schluss, dass die α -Phase bei der Curie-Temperatur unmittelbar in die γ -Phase übergeht. Das widerspricht aber der experimentellen Beobachtung. Was sind also die Gründe für die Stabilität der nicht-ferromagnetischen α -Phase des Eisens? Mithilfe detaillierter Untersuchungen im Rahmen des LDA+DMFT-Zugangs konnten wir zeigen¹², dass die elektronischen Korrelationen für die

12 I. Leonov, A.I. Poteryaev, V.I. Anisimov, and D. Vollhardt, Phys. Rev. Lett. **106**, 106405 (2011); I. Leonov, A. I. Poteryaev, V. I. Anisimov, and D. Vollhardt, Phys. Rev. B **85**, 020401(R) (2012)

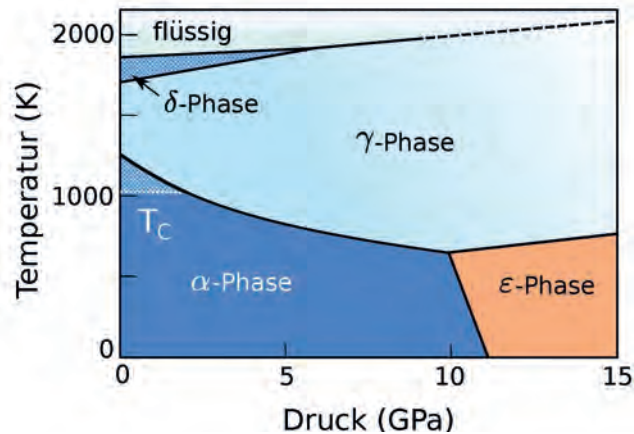


Abb. 12: Temperatur-Druck-Phasendiagramm von Eisen. Für Temperaturen unterhalb der mit einer gestrichelten weißen Linie markierten Curie-Temperatur T_C ist die α -Phase ferromagnetisch. Bis vor wenigen Jahren war die Stabilität der α -Phase von Eisen oberhalb der Curie-Temperatur unverstanden (siehe Text).

Stabilisierung dieser Phase sorgen: Die abstoßende Wirkung der Coulomb-Wechselwirkung zwischen den Elektronen überträgt sich auf das Ionengitter und ermöglicht somit die nicht-ferromagnetische α -Phase des Eisens. Elektronische Korrelationen spielen also in Eisen eine ganz entscheidende Rolle.

Diese Ergebnisse sind inzwischen auch in der Geophysik von Interesse. Um den festen Metallkern der Erde zu verstehen, müssen sehr hohe Temperaturen und Drücke berücksichtigt werden. Dabei hat sich die LDA+DMFT-Methode wieder als außerordentlich nützlich erwiesen¹³.

Eine weitere Perspektive der LDA+DMFT-Methode entwickelt

¹³ A. Hausoel, M. Karolak, E. Şaşıoğlu, A. Lichtenstein, K. Held, A. Katanin, A. Toschi, and G. Sangiovanni, Nat. Comm. **8**, 16062 (2017)

sich auf dem Gebiet biologischer Systeme. Als Beispiel möchte ich hier eine für die Atmung des Menschen grundlegende Frage erwähnen, auf die es bis vor kurzem keine korrekte quantitative Antwort gab: Wie bindet sich Häm – eine Komplexverbindung mit einem Eisen-Ion im Zentrum – an zweiatomige Moleküle wie Sauerstoff (O_2) oder Kohlenmonoxid (CO)? Mit Hilfe der DMFT gelang es, die entsprechenden Bindungsenergien zu berechnen und damit die oben genannte Frage quantitativ zu beantworten¹⁴.

Da uns mit der DMFT inzwischen eine leistungsstarke theoretische Untersuchungsmethode zur Verfügung steht und diese in den nächsten Jahren noch weiter verfeinert wird, bin ich davon überzeugt, dass die Wichtigkeit elektronischer Korrelationen für das Verständnis biologischer Systeme und insbesondere des menschlichen Organismus in Zukunft noch viel klarer erkannt wird.

Kollaborationen und DFG-Förderung

Die Physik der kondensierten Materie hat sich in den letzten Jahrzehnten sehr stark weiterentwickelt. Wie Sie heute Abend gesehen haben, ist es uns heute möglich Fragestellungen zu untersuchen und zu beantworten, von denen wir noch vor einigen Jahren nur träumen konnten. Diese Vertiefung hat allerdings auch zu einer erheblichen Spezialisierung geführt. Das bedeutet wiederum, dass weiterer Fortschritt immer stärker eine Zusammenarbeit von Forscherinnen und Forschern aus verschiedenen Spezialgebieten erfordert. Solche Kollaborationen werden durch koordinierte Forschungsprogramme ermöglicht. Dabei möchte ich vor allem die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) nennen, die durch ihre

¹⁴ C. Weber, D.D. O'Regan, N.D.M. Hine, P.B. Littlewood, G. Kotliar, and M.C. Payne, Phys. Rev. Lett. **110**, 106402 (2013)

finanzielle Förderung stark zur Kommunikation zwischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern und damit zu der gesamten Entwicklung der Physik – gerade in Deutschland – beigetragen hat. Die Förderung meiner wissenschaftlichen Arbeit durch die DFG über einen Zeitraum von fast 30 Jahren war für mich unverzichtbar. Das begann in Aachen mit dem Sonderforschungsbereich SFB 341 über *Physik mesoskopischer und niedrigdimensionaler metallischer Systeme*, den ich mit Kollegen aus Köln, Aachen und Jülich im Jahr 1989 initiierte und an dem ich bis zu meinem Wechsel nach Augsburg beteiligt war.

Diese Erfahrung war für mich sehr wertvoll als ich Ende 1997, ein Jahr nach meiner Ankunft in Augsburg, zusammen mit meinen Kollegen am Institut für Physik mit der Planung eines Augsburger Sonderforschungsbereichs begann. Der Antrag für den SFB 484 mit dem Titel *Kooperative Phänomene im Festkörper: Metall-Isolator-Übergänge und Ordnung mikroskopischer Freiheitsgrade* wurde 1999 von den Gutachtern der DFG mit Bestnoten bewertet und über drei Förderperioden (3+3+4 Jahre) von 2000 - 2009 gefördert. Wir wurden damals sogar von der DFG ausgewählt, zwei Pilotprojekte – eines zur Kinderbetreuung und ein anderes zur Öffentlichkeitsarbeit – durchzuführen. Der SFB 484 hat in der wissenschaftlichen Community große Aufmerksamkeit auf die Universität Augsburg und das Institut für Physik gelenkt. Die erfolgreichen Begutachtungen und die zahlreichen wissenschaftlichen Ergebnisse des SFB 484 fanden zudem erhebliches Interesse in den Medien. Wir kamen damals sogar auf die Titelseite der DFG-Zeitschrift *Forschung* (4/2009) und ihrer englischsprachigen Ausgabe *German Research* (2/2010). Die Leitung dieses kollaborativen Projekts war für mich eine wichtige Erfahrung.

Die zehn Jahre von 2000 – 2009 waren eine goldene Periode der Augsburger Physik, da es möglich war, einen Sonderforschungs-

bereich nur mit Augsburger Arbeitsgruppen zu betreiben. Ein noch größeres kollaboratives Forschungsprojekt unter Augsburger Leitung, diesmal mit Beteiligung Münchner und Stuttgarter Arbeitsgruppen, stellt der Transregio TRR 80 *From Electronic Correlations to Functionality* dar, dessen Förderung durch die DFG im Jahr 2010 unmittelbar nach Abschluss des SFB 484 begann. Dieses Projekt wurde von Jochen Mannhart bis zu seinem Wechsel an das Max-Planck-Institut für Festkörperforschung in Stuttgart geleitet, danach ein Jahr von mir und anschließend von Alois Loidl. Seit 2015 ist unser EKM-Kollege Philipp Gegenwart Sprecher des TRR 80. Unter seiner Leitung wurde die dritte und letzte Förderperiode für die Jahre 2018 – 2021 erfolgreich beantragt.

Parallel zu der Planung des TRR 80 initiierte ich die Forschergruppe FOR1346 *Dynamical Mean-Field Approach With Predictive Power For Strongly Correlated Materials*, die ab Mitte 2010 über die volle Laufzeit von $2 \times 3 = 6$ Jahren von der DFG gefördert und im August 2017 abgeschlossen wurde. Der wissenschaftliche Anspruch dieser von mir geleiteten Forschergruppe war sehr hoch, da es um die Entwicklung eines neuen theoretischen Zugangs auf Grundlage der DMFT mit Vorhersagekraft für stark korrelierte elektronische Materialien ging. Es war die größte Forschergruppe, die je von der DFG gefördert wurde: Während der zweiten Förderperiode waren 27 Teilprojektleiterinnen und Teilprojektleiter aus 17 verschiedenen Institutionen aus dem deutschsprachigen Europa mit einem sehr breiten Spektrum an Fachwissen beteiligt. Die Fülle der in unseren beiden Anträgen formulierten Ideen und projektierten Meilensteine war derart groß, dass eine vollständige Bearbeitung in den zur Verfügung stehenden sechs Jahre gar nicht möglich war. Das war uns allerdings von Anfang an bewusst. Tatsächlich liegt hier ein Schatz, der immer noch gehoben werden muss. Der im Juli 2017 in der Fachzeitschrift *European Physical Journal Special Topics* als eigen-

ständiger Band veröffentlichte wissenschaftliche Abschlussbericht gibt einen Überblick über die Themen und die erzielten Ergebnisse der Forschergruppe FOR 1346¹⁵. Ich erlaube mir, Ihnen, Frau Doering-Manteuffel, ein Exemplar dieses Sonderbands zu überreichen.

Lehre

Zum Abschluss möchte unbedingt auch noch auf die akademische Lehre eingehen, die mir immer sehr große Freude bereitet hat. Ohne Lehre ginge nicht nur der Kontakt zu den Grundlagen unseres Faches, sondern auch zu den Studierenden verloren. Damit begrüße ich die Hörerinnen und Hörer meiner derzeitigen Vorlesung „Theoretische Festkörperphysik“.

Lehre ist zeitaufwendig, aber auch außerordentlich bereichernd. Forschung *und* Lehre ist auch heute noch eine perfekte Kombination und die größte Stärke der deutschen Universität. Wir sollten alles tun, damit das auch in Zukunft so bleibt.

Eine ganz besondere Erfahrung als akademischer Lehrer hatte ich mir fast bis zum Schluss aufbewahrt: Vor genau zwei Monaten habe ich eine Vorlesung im Rahmen der Augsburger Kinderuni über *Magnetismus, oder: Können Frösche schweben?* gehalten. Ich werde nie vergessen, wie eine Viertelstunde vor Beginn meiner Vorlesung etwa 350 Kinder in den Hörsaal strömten und versuchten, einen Platz in der ersten Reihe zu finden, ihre Bleistiftmännchen öffneten, das Pult herunterklappten und mich erwartungsvoll anschauten. In diesem Augenblick dachte ich mir, wie wunderbar es doch wäre, wenn dieser ungefilterte Enthusiasmus

¹⁵ Dynamical Mean-Field Approach with Predictive Power for Strongly Correlated Materials, eds. D. Vollhardt and A.I. Lichtenstein, Eur. Phys. J. Spec. Top. **226** (2017)

in das Erwachsenenalter hinübergerettet werden könnte. Die Kinderunivorlesung war für mich ein unvergessliches und begeistertes Erlebnis. Und wir wissen ja: Es gibt nicht Begeisternderes als die Begeisterung!

Abschluss und Dank

Damit bin ich am Ende meines Vortrags angekommen – der Rest ist Dank:

Ich danke dem Freistaat Bayern und dem Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst für die verlässliche Finanzierung meiner Arbeit am EKM.

Ich danke der Universität Augsburg, vertreten durch ihre Präsidentin, für ihre stete Unterstützung, und ich wünsche Ihnen, Frau Doering-Manteuffel, viel Erfolg bei Ihren Bemühungen, die ständig wachsende Reglementierung unserer Arbeit einzudämmen. Ja, die Universitäten benötigen die Leichtigkeit eines kleinen Amadé mehr denn je.

Ich danke der Universitätsverwaltung, vertreten durch den Kanzler, Herrn Zimmermann, für ihre Arbeit, die ja meistens im Hintergrund bleibt, und für ihre Flexibilität, die manchmal unterschätzt wird, von der ich aber in den letzten 21 Jahren mehrfach profitiert habe. Das begann schon wenige Wochen nach meiner Ankunft in Augsburg im Jahr 1996, als ich mit Hilfe des damaligen Kanzlers, Herrn Dr. Köhler, den ich hiermit ebenfalls herzlich begrüße, einige Pilotprojekte durchführen konnte, z. B. die kurzfristige Einstellung einer Sekretärin durch eine Zeitarbeitsfirma. Und diese Flexibilität zeigte sich wieder vor ca. sieben Jahren als im Rahmen der DFG-Forschergruppe FOR 1346 ein tschechischer

Mitarbeiter aus DFG-Mitteln bei der Universität Augsburg angestellt und dann nach Prag delegiert werden sollte. Das war ein komplizierter, völlig neuer Verwaltungsvorgang, der trotzdem erfolgreich abgeschlossen wurde.

Ich danke meiner Fakultät, vertreten durch den Dekan, Herrn Volkmer, und unserer Fakultätsverwaltung, hier insbesondere Herrn Hagen, für ihre große Effizienz.

Ich danke meinen Kolleginnen und Kollegen am Institut für Physik für die stets gute Zusammenarbeit und wünsche dem Institut viel Erfolg bei der Realisierung eines neuen kollaborativen DFG-Projekts. Und zu meinen Kollegen am EKM: Haltet die EKM-Flagge hoch!

Ich danke allen meinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für ihre Kompetenz, Begeisterung und Zuverlässigkeit und möchte dabei insbesondere unsere langjährige ehemalige Lehrstuhl-Sekretärin Frau Beßlich und unsere derzeitige Lehrstuhl-Sekretärin Frau Abendroth hervorheben.

Physiker arbeiten sehr viel, sind häufig verreist und denken manchmal auch noch zu Hause an die Arbeit. Mein innigster Dank gilt daher meiner Familie und vor allem meiner Frau Jutta für ihr Verständnis und ihre große Unterstützung in den letzten 33 Jahren!

Und Ihnen allen danke ich für Ihr Kommen!

Dem Anlass angemessen spielt das Mozartiana-Streichquartett des Leopold-Mozart-Zentrums (Senta Krämer: 1. Violine, Sarah Mittelbach: 2. Violine, Laura Lippert: Viola, Hsiao Ling: Violon-

cello) heute Abend drei Finalsätze aus bekannten Streichquartetten von Haydn, Mozart und Dvorak, die ich mir ausgesucht habe. Zum Abschluss hören Sie noch den letzten Satz aus Antonin Dvoraks „Amerikanischem Streichquartett“.

Und anschließend ist das Buffet im Foyer eröffnet!

Augsburger Universitätsreden

Gesamtverzeichnis

1. Helmuth Kittel: **50 Jahre Religionspädagogik – Erlebnisse und Erfahrungen.** Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Philosophische Fakultät I am 22. Juni 1983, Augsburg 1983
2. Helmut Zeddies: **Luther, Staat und Kirche. Das Lutherjahr 1983 in der DDR,** Augsburg 1984
3. **Hochschulpolitik und Wissenschaftskonzeption bei der Gründung der Universität Augsburg.** Ansprachen anlässlich der Feier des 65. Geburtstages des Augsburger Gründungspräsidenten Prof. Dr. Louis Perridon am 25. Januar 1984, Augsburg 1984
4. Bruno Bushart: **Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Philosophische Fakultät II am 7. Dezember 1983,** Augsburg 1985
5. Ruggero J. Aldisert: **Grenzzlinien: Die Schranken zulässiger richterlicher Rechtsschöpfung in Amerika.** Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Juristische Fakultät am 7. November 1984, Augsburg 1985
6. **Kanada-Studien in Augsburg.** Vorträge und Ansprachen anlässlich der Eröffnung des Instituts für Kanada-Studien am 4. Dezember 1985, Augsburg 1986

7. Theodor Eschenburg: **Anfänge der Politikwissenschaft und des Schulfaches Politik in Deutschland seit 1945.** Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Philosophische Fakultät I am 16. Juli 1985, Augsburg 1986

8. Lothar Collatz: **Geometrische Ornamente.** Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Naturwissenschaftliche Fakultät am 12. November 1985, Augsburg 1986

9. **In memoriam Jürgen Schäfer.** Ansprachen anlässlich der Trauerfeier für Prof. Dr. Jürgen Schäfer am 4. Juni 1986, Augsburg 1986

10. Franz Klein: **Unstetes Steuerrecht – Unternehmerdisposition im Spannungsfeld von Gesetzgebung, Verwaltung und Rechtsprechung.** Vortrag und Ansprachen anlässlich des Besuchs des Präsidenten des Bundesfinanzhofs am 9. Dezember 1985, Augsburg 1987

11. Paul Raabe: **Die Bibliothek und die alten Bücher. Über das Erhalten, Erschließen und Erforschen historischer Bestände,** Augsburg 1988

12. Hans Maier: **Vertrauen als politische Kategorie.** Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Philosophische Fakultät I am 7. Juni 1988, Augsburg 1988

13. Walther L. Bernecker: **Schmuggel. Illegale Handelspraktiken im Mexiko des 19. Jahrhunderts.** Festvortrag anlässlich der zweiten Verleihung des Augsburger Universitätspreises für Spanien- und Lateinamerikastudien am 17. Mai 1988, Augsburg 1988

14. Karl Böck: **Die Änderung des Bayerischen Konkordats von 1968.** Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Katholisch-Theologische Fakultät am 17. Februar 1989, Augsburg 1989

15. Hans Vilmar Geppert: **„Perfect Perfect“. Das kodierte Kind in Werbung und Kurzgeschichte.** Vortrag anlässlich des Augsburger Mansfield-Symposiums im Juni 1988 zum 100. Geburtstag von Katherine Mansfield, Augsburg 1989

16. Jean-Marie Cardinal Lustiger: **Die Neuheit Christi und die Postmoderne.** Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Katholisch-Theologische Fakultät am 17. November 1989, Augsburg 1990

17. Klaus Mainzer: **Aufgaben und Ziele der Wissenschaftsphilosophie.** Vortrag anlässlich der Eröffnung des Instituts für Philosophie am 20. November 1989, Augsburg 1990

18. Georges-Henri Soutou: **Deutsche Einheit – Europäische Einigung. Französische Perspektiven.** Festvortrag anlässlich der 20-Jahr-Feier der Universität am 20. Juli 1990, Augsburg 1990

19. Josef Becker: **Deutsche Wege zur nationalen Einheit. Historisch-politische Überlegungen zum 3. Oktober 1990,** Augsburg 1990

20. Louis Carlen: **Kaspar Jodok von Stockalper. Großunternehmer im 17. Jahrhundert,** Augsburg 1991

21. **Mircea Dinescu – Lyrik, Revolution und das neue Europa.** Ansprachen und Texte anlässlich der Verleihung der Akademischen Ehrenbürgerwürde der Universität Augsburg, hg. v. Ioan Constantinescu und Henning Krauß, Augsburg 1991

22. M. Immolata Wetter: **Maria Ward – Missverständnisse und Klärung.** Vortrag anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Katholisch-Theologische Fakultät am 19. Februar 1993, Augsburg 1993

23. **Wirtschaft in Wissenschaft und Literatur.** Drei Perspektiven aus historischer und literaturwissenschaftlicher Sicht von Johannes Burkhardt, Helmut Koopmann und Henning Krauß, Augsburg 1993

24. Walther Busse von Colbe: **Managementkontrolle durch Rechnungslegungspflichten.** Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät am 12. Januar 1994, Augsburg 1994

25. John G. H. Halstead: **Kanadas Rolle in einer sich wandelnden Welt.** Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Philosoph. Fakultät I am 22. Februar 1994, Augsburg 1994

26. Christian Virchow: **Medizinhistorisches um den „Zauberberg“ . „Das gläserne Angebinde“ und ein pneumologisches Nachspiel.** Gastvortrag an der Universität Augsburg am 22. Juni 1992, Augsburg 1995

27. Jürgen Mittelstraß, Tilman Steiner: **Wissenschaft verstehen.** Ein Dialog in der Reihe „Forum Wissenschaft“ am 8. Februar 1996 an der Universität Augsburg, Augsburg 1996

28. Jochen Brüning: **Wissenschaft und Öffentlichkeit.** Festvortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrensensorenwürde der Universität Augsburg an Ministerialdirigenten a. D. Dietrich Bächler im Rahmen der Eröffnung der Tage der Forschung am 20. November 1995, Augsburg 1996

29. Harald Weinrich: **Ehrensache Höflichkeit.** Vortrag anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde der Philosophischen Fakultät II der Universität Augsburg am 11. Mai 1995, Augsburg 1996

30. **Leben und Werk von Friedrich G. Friedmann.** Drei Vorträge von Prof. Dr. Manfred Hinz, Herbert Ammon und Dr. Adam Zak SJ im Rahmen eines Symposiums der Jüdischen Kulturwochen 1995 am 16. November 1995 an der Universität Augsburg, Augsburg 1997

31. Erhard Blum: **Der Lehrer im Judentum.** Vortrag und Ansprachen zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. Johannes Hampel bei einer Feierstunde am 12. Dezember 1995, Augsburg 1997

32. Haruo Nishihara: **Die Idee des Lebens im japanischen Strafrechtsdenken.** Vortrag und Ansprachen anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Juristische Fakultät der Universität Augsburg am 2. Juli 1996, Augsburg 1997

33. **Informatik an der Universität Augsburg.** Vorträge und Ansprachen anlässlich der Eröffnung des Instituts für Informatik am 26. November 1996, Augsburg 1998

34. Hans Albrecht Hartmann: „... und ich lache mit – und sterbe“. **Eine lyrische Hommage à Harry Heine (1797–1856)**. Festvortrag am Tag der Universität 1997, Augsburg 1998

35. Wilfried Bottke: **Hochschulreform mit gutem Grund?** Ein Diskussionsbeitrag, Augsburg 1998

36. **Nationale Grenzen können niemals Grenzen der Gerechtigkeit sein**. Ansprachen und Reden anlässlich der erstmaligen Verleihung des Augsburger Wissenschaftspreises für Interkulturelle Studien, Augsburg 1998

37. Hans Albrecht Hartmann: **Wirtschaft und Werte – eine menscheitsgeschichtliche Mésaillance**. Festvortrag und Ansprachen anlässlich der Feier zum 65. Geburtstag von Prof. Dr. Reinhard Blum am 3. November 1998, Augsburg 1998

38. **Informations- und Kommunikationstechnik (IuK) als fachübergreifende Aufgabe**. Ansprachen und Vorträge anlässlich der Eröffnung des Instituts für Interdisziplinäre Informatik am 27. November 1998, Augsburg 1999

39. **Jongleurinnen und Seiltänzerinnen**. Ansprachen und Materialien zur Verleihung des Augsburger Wissenschaftspreises für Interkulturelle Studien 1999 an Dr. Encarnación Rodriguez, Augsburg 2000

40. Wilfried Bottke: **Was und wozu ist das Amt eines Rektors der Universität Augsburg?** Rede aus Anlass der Amtsübernahme am 3. November 1999, Augsburg 2000

41. **Wirtschaftswissenschaft in gesellschaftlicher Verantwortung**. Ansprachen und Vorträge anlässlich eines Symposiums zum 70. Geburtstag von Prof. em. Dr. Heinz Lampert am 11. Juli 2000, Augsburg 2001

42. **Religiöse Orientierungen und Erziehungsvorstellungen**. Ansprachen und Materialien zur Verleihung des Augsburger Wissenschaftspreises für Interkulturelle Studien 2000 an Dr. Yasemin Karakasoglu-Aydin, Augsburg 2001

43. **Die Dichter und das Wallis**. Akademische Gedenkfeier zum Tode von Kurt Bösch (09.07.1907–15.07.2000), Augsburg 2001

44. „**Das Amt des Kanzlers wird schwierig bleiben**“. Grußworte und Ansprachen anlässlich der Verabschiedung von Kanzler Dr. Dieter Köhler am 26. April 2001. Mit einem Festvortrag über „Umweltschutz im freien Markt“ von Prof. Dr. Reiner Schmidt, Augsburg 2001

45. **Zu Gast in Südafrika**. Reden und Vorträge anlässlich des Besuches einer Delegation der Universität Augsburg an der Randse Afrikaanse Universiteit am 5. März 2001, Augsburg 2002

46. **Integration und kulturelle Identität zugewanderter Minderheiten**. Ansprachen und Materialien zur Verleihung des Augsburger Wissenschaftspreises für Interkulturelle Studien 2001 an Prof. Dr. Christine Langenfeld, Augsburg 2002

47. **Dreißig Jahre Juristische Fakultät der Universität Augsburg**. Reden und Vorträge anlässlich der Jubiläumsfeier und der Verleihung der Ehrendoktorwürde an Prof. Dr. Peter Lerche am 30. November 2001, Augsburg 2002

48. **Über Grenzen von Recht und von Juristen.** Abschiedsvorlesung und Reden anlässlich der Verabschiedung von Prof. Dr. Wilhelm Dütz am 17. Januar 2002, Augsburg 2002

49. **Zeitdiagnose und praktisch-philosophische Reflexion.** Abschiedsvorlesung am 18. Juli 2001 von Theo Stammen und Antrittsvorlesung am 23. Oktober 2001 von Eva Matthes, Augsburg 2002

50. **Heiratsverhalten und Partnerwahl im Einwanderungskontext: Eheschließungen der zweiten Migrantengeneration türkischer Herkunft.** Ansprachen und Materialien zur Verleihung des Augsburger Wissenschaftspreises für Interkulturelle Studien 2002 an Dr. Gaby Straßburger. Mit einem Festvortrag von Prof. Dr. Michael von Brück zum Thema „Kulturen im Kampf oder im Dialog?“, Augsburg 2003

51. **Das Gesundheitserleben von Frauen aus verschiedenen Kulturen.** Ansprachen und Materialien zur Verleihung des Augsburger Wissenschaftspreises für Interkulturelle Studien 2003 an Dr. Azra Pourgholam-Ernst, Augsburg 2004

52. **Thomas Mann und seine Bibliographen.** Verleihung der Ehrenmedaille der Universität Augsburg an Klaus W. Jonas und Ilse-dore B. Jonas am 28. Oktober 2003 – Ansprachen und Reden, Augsburg 2004

53. **Leben in der Schattenwelt. Problemkomplex illegale Migration.** Ansprachen und Materialien zur Verleihung des Augsburger Wissenschaftspreises für Interkulturelle Studien 2004 an P. Dr. Jörg Alt SJ, Augsburg 2005

54. **Prof. Dr. Heinrich Brüning. Reichskanzler der Weimarer Republik 1930–1932.** Übergabe der Handbibliothek an die Universitätsbibliothek Augsburg durch die Kurt-und-Felicitas-Viermetz-Stiftung am 9. Februar 2005. Ansprachen und Titelverzeichnis, Augsburg 2005

55. **Die Herstellung und Reproduktion sozialer Grenzen: Roma in einer westdeutschen Großstadt.** Ansprachen und Materialien zur Verleihung des Augsburger Wissenschaftspreises für Interkulturelle Studien 2005 an Dr. Ute Koch am 9.5.2005, Augsburg 2006

56. **„Auch über den Wolken dürfen Gesetze nicht grenzenlos sein“– Das Flugzeug als Waffe. Grenzüberschreitungen im Verfassungs- und Strafrecht.** Gastvortrag der Bayerischen Staatsministerin der Justiz, Dr. Beate Merk, am 10. Mai 2006 an der Juristischen Fakultät der Universität Augsburg, Augsburg 2006

57. **Gesellschaftspolitisches Engagement auf der Basis christlichen Glaubens.** Laudationes und Festvorträge aus Anlass der Ehrenpromotionen von Prof. Dr. Andrea Riccardi und Dr. h. c. Joachim Gauck am 17. Juni 2005 an der Katholisch-Theologischen und an der Philosophisch-Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Universität Augsburg, Augsburg 2006

58. **„Prodigium“ und Chaos der „Zeichen in der Welt“. Wilhelm Raabe und die Postmoderne.** Abschiedsvorlesung und Reden anlässlich der Verabschiedung von Prof. Dr. Hans Vilmar Geppert am 27. Juni 2006, Augsburg 2007

59. **Vorbild Amerika? Anmerkungen zum Vergleich des deutschen und des amerikanischen Hochschulsystems.** Vortrag von Prof. Dr. Hubert Zapf bei der Promotionsfeier der Universität Augsburg am 16. November 2007, Augsburg 2007

60. **25 Jahre Mathematik in Augsburg.** Ansprachen und Reden anlässlich der Ehrenpromotionen von Josef Stoer und Friedrich Hirzebruch bei der Jubiläumsfeier am 13. Juli 2007, Augsburg 2008

61. **Theodor Berchem: Der Auftrag der Hochschulen in Zeiten der Globalisierung.** Vortrag zum Auftakt des Internationalen Tages an der Universität Augsburg am 18. Juni 2008, Augsburg 2008

62. **Vom „Recht auf Faulheit“ in Zeiten des Rankings.** Abschiedsvorlesung von Prof. Dr. Hans-Otto Mühleisen am 10. Juli 2008, Augsburg 2008

63. **Internationalität und die Zukunft der Universität.** Vortrag von Prof. Dr. Hubert Zapf bei der Verleihung des DAAD-Preises für hervorragende Leistungen ausländischer Studentinnen und Studenten an den deutschen Hochschulen 2009 am 26. November 2009, Augsburg 2010

64. **Der Augsburger Universitätspreis für Versöhnung und Völkerverständigung 2009.** Ansprachen und Reden anlässlich seiner Verleihung an S. E. Botschafter Richard C. Holbrooke am 8. Dezember 2009 im Goldenen Saal des Augsburger Rathauses, Augsburg 2010

65. **Übergänge.** Zu einer Werkschau der Dozentinnen und Dozenten des Lehrstuhls für Kunstpädagogik. Mit Beiträgen von Constanze Kirchner und Hans-Otto Mühleisen, Augsburg 2011

66. **Die Geisteswissenschaften heute. Unterhaltungskunst? Religionsersatz? Gegenwelt der Naturwissenschaften? Oder unverständliches Spezialistentum?** Festvortrag von Prof. Dr. Dr. h. c. Helmut Koopmann bei der Zentralen Promotionsfeier am 11. November 2011, Augsburg 2012

67. **Der Mietek Pemper Preis der Universität Augsburg für Versöhnung und Völkerverständigung 2012.** Ansprachen und Reden anlässlich seiner Verleihung an Khaled Abu Awwad und Nir Oren am 21. Mai 2012 im Goldenen Saal des Augsburger Rathauses, Augsburg 2012

68. **Wissenschaft und Gesellschaft.** Antrittsvorlesung von Prof. Dr. Reiner Keller (Lehrstuhl für Soziologie) am 10. Mai 2012, Augsburg 2012

69. **Der Mietek Pemper Preis der Universität Augsburg für Versöhnung und Völkerverständigung 2014.** Ansprachen und Reden anlässlich der Verleihung an Selline Korir am 3. April 2014 im Goldenen Saal des Augsburger Rathauses, Augsburg 2014

70. **Kassandras Dilemma – Oder: Was kann Friedens- und Konfliktforschung?** Vortrag von Dr. Claudia Brunner zur Eröffnung des Studienjahrs 2014/15 des Masterstudiengangs „Sozialwissenschaftliche Konfliktforschung“ der Universität Augsburg am 6. Oktober 2014 in der Alten Generatorenhalle am Senkelbach in Augsburg. Mit einem Vorwort von Prof. Dr. Christoph Weller, Augsburg 2015

71. **Scientia et conscientia – Zum Leitmotiv der Universität Augsburg als Programm für die Moralthologie.** Antrittsvorlesung von Prof. Dr. Kerstin Schlögl-Flierl (Lehrstuhl für Moralthologie) am 20. Januar 2016, Augsburg 2017

72. **Wissenschaft und Kreativität. Eine Selbstvergewisserung.** Hg. von Marita Krauss zusammen mit Wolfgang Reif, Werner Schneider und Peter Welzel, gewidmet Sabine Doering-Manteuffel zum 60. Geburtstag, Augsburg 2017

73. **Der Mietek Pemper Preis der Universität Augsburg für Versöhnung und Völkerverständigung 2016.** Ansprachen und Reden anlässlich der Verleihung an Don Luigi Ciotti am 20. Oktober 2016, Augsburg 2017

74. **The Visible Learning Story.** Ansprachen und Reden anlässlich der Ehrenpromotion von John Hattie am 18. Juli 2016, Augsburg 2018

75. **Complexities of change and cultural diversity.** Haideh Moghissi in Augsburg (26. Juni bis 3. Juli 2017), Augsburg 2018

76. **Glaube und Kirche im Dialog mit der Welt von heute. Der Augsburger Pastoraltheologe Karl Forster (1928–1981) und seine Bedeutung für Theologie und Kirche.** Festvortrag von Prälat Dr. Eugen Kleindienst anlässlich des Actus Academicus der Katholisch-Theologischen Fakultät am 1. Dezember 2017, Augsburg 2018

77. **Elektronische Korrelationen mit Alpenblick.** Abschiedsvorlesung von Prof. Dr. Dieter Vollhardt am 26. Januar 2018, Augsburg 2018

