

Intellektuelle Erneuerung der Forschung durch institutionellen Wandel

Thomas Heinze und Richard Münch

1 Einleitung

Die soziologische Innovationsforschung beschäftigt sich seit langem damit, wie es zur Entstehung und zur Verbreitung von technischen und sozialen Neuerungen kommt (Zapf 1989; Gillwald 2000; Rogers 2003; Fagerberg 2005). Bislang wurde häufig die Frage diskutiert, welche institutionellen Arrangements die Entstehung von neuem Wissen und neuer Artefakte befördern. Zahlreiche Beiträge haben den Einfluss organisationaler Variablen wie Alter, Größe, interne Differenzierung, Führung und gleichzeitig den Einfluss von Umweltvariablen wie Regulationsdichte oder Ressourcenkontext auf die Genese von technischen und sozialen Neuerungen untersucht. Die thematische Bandbreite solcher Studien ist beachtlich. Sie reicht von Theatern (DiMaggio/Stenberg 1985a, 1985b), Unternehmen (Tushman/Anderson 1986, Tushman/Rosenkopf 1992) über Modehäuser (Crane 1997), Sinfonieorchester (Dowd et al. 2002; Kremp 2010) und Forschungseinrichtungen (Hollingsworth 2004, 2006; Heinze et al. 2009) bis hin zu sozialen Netzwerken in der Biotechnologie (Powell et al. 1996; Liebeskind et al. 1996) und Musical-Produktionen am Broadway (Uzzi/Spiro 2005).

Auch wenn sich die Entstehung von neuem Wissen und der Verfertigung neuer kultureller und technischer Artefakte mithilfe von Organisationsmerkmalen und Umweltvariablen (zumindest teilweise) erklären lässt, wird damit nur eine Seite des Innovationsprozesses erfasst. Mindestens ebenso wichtig ist die Frage, wie institutionelle Arrangements beschaffen sein müssen, damit soziale und technische Neuerungen überhaupt auf Resonanz stoßen können. Diese Frage lässt sich in zwei Teilfragen gliedern. Erstens: Sind bestehende institutionelle Arrangements zur Integration und zur Verbreitung von sozialen und technischen Neuerungen überhaupt geeignet? Zweitens: Wie beeinflusst institutioneller Wandel die Integration und Verbreitung von sozialen und technischen Neuerungen? Die erste Teilfrage hat in jüngster Zeit verstärkt Aufmerksamkeit erhalten. So haben Fleming et al. (2007) gezeigt, dass Netzwerke mit strukturellen Löchern zwar die Entstehung kreativer Ideen befördern (vgl. Burt 2004), dass aber die löchrige Netzwerkstruktur die Verbreitung eben dieser Ideen behindert.

Demgegenüber sind dicht verknüpfte Netzwerke mit redundanten Beziehungen besser zur Verbreitung von Ideen geeignet (vgl. Uzzi/Spiro 2005), aber solche Netzwerke bringen nur in begrenztem Umfang kreative Ideen hervor. Entstehung und Verbreitung von neuen Ideen erfordern daher völlig gegensätzliche Netzwerk-Arrangements. Eine Struktur, die beide Funktionen, also Entstehung wie Verbreitung gleichermaßen abdeckt, wurde bislang nicht gefunden (Fleming et al. 2007).

Die zweite Teilfrage ist in der Literatur bislang kaum diskutiert worden. Daher untersuchen wir im vorliegenden Beitrag diese Frage am Beispiel des Wissenschaftssystems. Wir fragen, wie durch institutionelle Wandlungsprozesse neues Wissen in die Forschungspraxis integriert und auf diese Weise die Forschung intellektuell erneuert wird. Dabei gehen wir von der Überlegung aus, dass aufgrund der kognitiven Dynamik die institutionellen Strukturen der Forschung fortwährend vor der Herausforderung stehen, intellektuelle Neuerungen zu integrieren und zu verbreiten. Solche Neuerungen treten bekanntlich in vielfältigen Formen auf: als neue Theorien, verbesserte Methoden, leistungsfähigere Forschungsinstrumente oder empirische Entdeckungen (Guetzkow et al. 2004; Heinze et al. 2007). Mit Integration ist gemeint, dass diese Neuerungen von Fachkollegen aufgegriffen und zitiert werden und dass sie neue Forschungsaktivitäten außerhalb ihres Entstehungskontextes anregen. Verbreitung meint darüber hinaus, dass Neuerungen im Kanon einer Disziplin verankert werden und/oder dass sie eine eigene intellektuelle Domäne begründen und auf diese Weise das bestehende Disziplingefüge erweitern. Wir fassen daher die Fähigkeit zur Kanonisierung neuen Wissens und die Fähigkeit zur Erweiterung des Disziplingefüges unter den Begriff der *Erneuerungsfähigkeit* zusammen. Zur Erweiterung des disziplinären Spektrums zählen nicht nur neue Teildisziplinen, sondern auch trans- und interdisziplinäre Forschungsfelder (vgl. Mittelstraß 2002; Lengwiler 2006; Rafols/Meyer 2007).

Bei der Untersuchung von Erneuerungsfähigkeit der Forschung gehen wir von zwei Annahmen aus. Die erste Annahme lautet, dass Forschung von einem fundamentalen Spannungsverhältnis zwischen innovativen und beharrenden Kräften geprägt ist. Das Spannungsfeld bilden Akteure, die sich von gewohnten Denkweisen entfernen und etablierte Lehrmeinungen überwinden wollen und Akteure, die die Konformität zur disziplinären Forschung suchen und innerhalb eines bestehenden Problemhorizonts arbeiten. Uns interessiert daher die Frage, wie der Konflikt zwischen Innovatoren und Establishment bewältigt wird. Die zweite Annahme lautet, dass bei der Erneuerung der Forschung sowohl der Aufbau als auch der Rückbau von Forschungskapazitäten eine wichtige Rolle spielen. Auf der Ebene von Fachgemeinschaften werden beispielsweise Fachzeitschriften, Sektionen, Fachausschüsse oder Ausbildungsgänge etabliert oder wie-

der aufgelöst, und auf der Ebene von Forschungsorganisationen handelt es sich in der Regel um den Aufbau und den Rückbau von Forschergruppen, Instituten oder Abteilungen. Unser Interesse gilt der Frage, wie die Prozesse des Aufbaus und des Rückbaus miteinander verknüpft sind.

Auf der Basis dieser beiden Annahmen argumentieren wir in einem ersten Schritt, dass die Konzepte der segmentären Differenzierung und der disziplinären Spezialisierung nicht ausreichen, um zu verstehen, wie der Konflikt zwischen Innovatoren und Establishment bewältigt wird (Abschnitt 2). Daher entwickeln wir in einem zweiten Schritt eine Systematik von vier Kategorien institutioneller Erneuerung. Wir unterscheiden die *Aufschichtung* neuer Einheiten auf bestehende Strukturen, die *Verdrängung* vorhandener durch neue Forschungskapazitäten, die *Umwandlung* institutioneller Strukturen sowie ihre ersatzlose *Auflösung* (Abschnitt 3). Zur Veranschaulichung dieser vier Kategorien analysieren wir anschließend wissenschaftshistorische Beispiele zur Transformation von Disziplinen und Forschungsorganisationen (Abschnitt 4). Aus dem Vergleich der Beispiele können schließlich für die Erneuerungsfähigkeit der Forschung allgemein relevante Variablen identifiziert werden. Hierzu zählen verschiedene Typen intellektuellen Wandels, der Ressourcenkontext und die Vetomacht des Establishments (Abschnitt 5). Abschließend diskutieren wir unsere Befunde und verweisen auf Forschungsdesiderata (Abschnitt 6).

2 Das Spannungsfeld zwischen Innovation und Tradition

In der wissenschaftlichen Forschung sind zwei miteinander im Widerspruch stehende Werte institutionalisiert: Innovation und Tradition. Forschung ist daher von einem fundamentalen Spannungsverhältnis zwischen innovativen und beharrenden Kräften geprägt. Auf der einen Seite stehen Kräfte, die gewohnte Denkweisen und etablierte Lehrmeinungen überwinden wollen. Auf der anderen Seite stehen Kräfte, die die Konformität zur disziplinären Forschung suchen und innerhalb eines bestehenden Problemhorizonts arbeiten.

Whitley (1984) hat das Spannungsfeld von Innovation und Tradition präzise beschrieben. Die Seite der innovativen Kräfte charakterisiert er wie folgt:

“In considering the particular type of work organization and control which characterizes the modern sciences, a key feature is their commitment to producing novelty and innovations. Relative to other work organizations and systems of knowledge production, they institutionalize the dominant value of producing new knowledge which goes beyond, and is an improvement on previous work. Rather than simply reinterpreting and elaborating past wisdom, modern western science is oriented to the construction of new and better intellectual artefacts which transcend earlier un-

derstandings. Thus obsolescence is built into the knowledge production system and old knowledge is devalued by new developments” (Whitley 1984: 11).

Mindestens ebenso wichtig wie Innovation sind jedoch der Aufbau und die Pflege eines Bestandes an disziplinärem Wissen und Artefakten, der von Generation zu Generation weitergegeben wird. Die Seite der Tradition beschreibt Whitley folgendermaßen:

“This institutional commitment to novelty in the modern sciences is counterbalanced by their other major distinctive feature – the collective appropriation of task outcomes to produce new knowledge. (...) The extent of originality and novelty in research goals and procedures is restricted by the need to convince specialist colleagues of the significance of one’s work in reputational work organizations. (...) The degree of innovation is thus diminished and constrained by the necessity of showing how new contributions fit in with, and are relevant to, existing knowledge” (Whitley 1984: 13-28).

Das Spannungsfeld zwischen Innovation und Tradition bezieht sich sowohl auf die Herstellung neuen Wissens und neuer Artefakte als auch auf deren Verbreitung in Fachgemeinschaften. Besonders wenn es um die Kanonisierung neuen Wissens und um die Erweiterung des Disziplingefüges geht, bilden sich häufig Konflikte heraus. In diesen Konflikten geht es nicht allein um die intellektuelle Deutungshoheit in Fachgebieten (symbolisches Kapital), sondern zugleich auch um Forschungsressourcen und Karrieren (ökonomisches Kapital). In solchen Konflikten können vereinfachend zwei Akteursgruppen unterschieden werden: die an der Fortentwicklung des etablierten Wissens interessierten Vertreter des disziplinären Establishments und die an der Durchsetzung neuen Wissens interessierten Innovatoren (vgl. Kuhn 1970; Bourdieu 1975). Wissenschaftler werden je nach Situation in einer der beiden Rollen aktiv, das heißt es handelt sich um eine zeitlich variable Rollenübernahme. Wissenschaftler sind nicht in jeder Situation Vertreter des disziplinären Mainstream, ebenso wenig wie sie immer und ausschließlich die Rolle des Erneuerers einnehmen.

Die Wissenschaftssoziologie hat die Frage, wie Konflikte, die im Kontext der Entstehung und Durchsetzung neuen Wissens entstehen, ausgetragen werden, in zweifacher Weise behandelt. Erstens gibt es die von Kuhn eingeführte Argumentationsfigur des Paradigmenwechsels, bei der es um revolutionäre Verschiebungen im intellektuellen Weltbild geht (Kuhn 1970). Allerdings sind bei weitem nicht alle intellektuellen Neuerungen so groß dimensioniert und von solch großer Sprengkraft wie die Quantenrevolution in der Physik (Kuhn 1987). Kuhn selbst hat hervorgehoben, dass auch im Rahmen einer herrschenden disziplinären Matrix intellektuelle Fortschritte zu beobachten sind (Kuhn 1970: 23-34). Wie

sich solche intellektuelle Neuerungen als Arbeitsprodukte der Normalwissenschaft aber institutionell niederschlagen, ist von Kuhn nicht untersucht worden. Es fehlen daher Kategorien, die den graduellen intellektuellen Wandel innerhalb der disziplinären Matrix auf institutioneller Ebene erfassen.

Die zweite Antwort der Wissenschaftssoziologie auf die Frage der Entstehung und Durchsetzung neuen Wissens stellt Prozesse der segmentären Differenzierung und der disziplinären Spezialisierung in den Mittelpunkt. Whitley schreibt beispielsweise: „Establishing new sub-fields will be easier than attempting radically to alter dominant perspectives, and so intellectual change (...) is likely to take the form of differentiation and specialization rather than revolutionary overthrows of established doctrine” (Whitley 1984: 29). Segmentäre Differenzierung bedeutet, dass intellektuelle Neuerungen zur Entstehung neuer Einheiten führen, die strukturell kompatibel mit dem bestehenden institutionellen Gefüge, also Fachgemeinschaften und Disziplinen sind. Im Zuge von Differenzierung und Spezialisierung werden neue Fachzeitschriften, Sektionen, Fachausschüsse, Arbeitskreise oder Ausbildungsgänge geschaffen. Entscheidend ist dabei, dass die neuen Einheiten typischerweise außerhalb der Domänen des Establishments liegen. Der Konflikt wird also dadurch bewältigt, dass die Vertreter des Establishments den Innovatoren ein Gebiet außerhalb ihrer eigenen wissenschaftlichen Interessen überlassen.

Die Überlassung einer intellektuellen Domäne bedeutet freilich nicht, dass der Konflikt damit ein für alle Mal gelöst wäre. Der Konflikt wird vielmehr Regeln des Wettbewerbs und der akademischen Selbstkontrolle unterworfen. Denn fortan stehen beide Akteursgruppen im Wettbewerb um symbolisches und ökonomisches Kapital. Dieser Wettbewerb ist typischerweise stärker geregelt, wenn die neuen Einheiten innerhalb einer vorhandenen institutionellen Struktur ausdifferenziert werden, z. B. als Arbeitskreis innerhalb einer Sektion. Wenn die neuen Einheiten dagegen außerhalb des bestehenden Gefüges etabliert werden müssen, z. B. in Form der Gründung einer neuen oder in Form der Spaltung einer bestehenden Fachvereinigung, deutet dies auf eine hohe Konfliktintensität und auf Probleme bei der Regelbarkeit des Konflikts hin.

Die differenzierungstheoretische Perspektive hat – wie auch die Perspektive von Kuhn – Schwachstellen. Erstens erfasst sie nur unzureichend, dass Konfliktbewältigung nicht allein auf der Ebene von Fachgemeinschaften und Disziplinen stattfindet. Mindestens ebenso wichtig ist die Organisationsebene, weil sie den Kontext für die Beschäftigung von Wissenschaftlern und für die Durchführung von Forschungsprojekten bildet. Zweitens wird der Konflikt zwischen Innovatoren und Establishment nicht allein durch den Aufbau neuer Einheiten bewältigt. Auch der Rückbau von Forschungskapazitäten gehört zur Erneuerung der Forschung. Wir benötigen daher ein konzeptuelles Raster, das die Dimension des

Rückbaus systematisch berücksichtigt. Um das ganze Spektrum der institutionellen Erneuerung der Forschung zu erfassen, müssen wir sowohl über die Analyse von Revolutionen im Kontext intellektueller Diskontinuitäten (Kuhn) als auch über die Analyse von Prozessen der Differenzierung und Spezialisierung (Whitley) hinausgehen.

3 Vier Prozesse der institutionellen Erneuerung

Ein solches konzeptuelles Raster lässt sich gewinnen, wenn die intellektuelle Erneuerung der Forschung als institutioneller Wandlungsprozess aufgefasst wird, der sowohl den Aufbau als auch den Rückbau von Forschungskapazitäten umfasst. Auf der Ebene von disziplinären Fachgemeinschaften zählen Fachzeitschriften, Sektionen, Fachausschüsse oder Ausbildungsgänge zu den Einheiten, die auf- oder abgebaut werden können. Auf der Organisationsebene zählen Forschergruppen oder Abteilungen zu solchen Einheiten. Entscheidend ist, dass Aufbau und Rückbau zwei analytisch unterscheidbare Prozesselemente sind. Das heißt, sie können sowohl zusammen als auch getrennt voneinander auftreten. Wir können diese Überlegung systematisieren, wenn wir Aufbau und Rückbau als Variablen mit jeweils dichotomer Ausprägung kombinieren. Auf diese Weise erhalten wir ein Koordinatensystem, in dem intellektuelle Erneuerung durch vier Typen institutionellen Wandels repräsentiert wird. Um den engen Zusammenhang zwischen intellektueller Erneuerung durch institutionellen Wandel hervorzuheben, sprechen wir im Folgenden von *institutioneller Erneuerung*. Unsere Systematik umfasst vier Kategorien der institutionellen Erneuerung (Abb. 1).

Abbildung 1: Vier Prozesse der institutionellen Erneuerung

Aufbau neuer Forschungskapazitäten	Ja	Aufschichtung	Verdrängung
	Nein	Umwandlung	Auflösung
		Nein	Ja
		Rückbau vorhandener Forschungskapazitäten	

Im Fall des Aufbaus neuer Einheiten ohne gleichzeitigen Abbau bestehender Strukturen haben wir es mit *Aufschichtung* zu tun. Wenn beim Aufbau neuer Einheiten gleichzeitig vorhandene Strukturen aufgelöst und ersetzt werden, liegt *Verdrängung* vor. Wenn weder neue Einheiten aufgebaut noch vorhandene aufgelöst werden, haben wir es mit *Umwandlung* von Forschungskapazitäten zu tun. Schließlich gibt es noch den Rückbau vorhandener Strukturen, ohne dass ein Aufbau neuer Einheiten stattfindet: *Auflösung* von Forschungskapazitäten. Die ersten drei Kategorien übernehmen wir dabei aus der neueren Literatur zur Transformation politischer Ökonomien, die schwerpunktmäßig graduelle Prozesse institutionellen Wandels diskutiert (Thelen 2003; Streeck/Thelen 2005; Streeck 2009; Mahoney/Thelen 2010). Diese Kategorien passen sehr gut auf unsere Überlegung, weil es uns nicht wie bei Kuhn um paradigmatische intellektuelle Neuerungen geht, sondern um solche, die innerhalb von Paradigmen zu beobachten sind. Solche inkrementellen Neuerungen führen nicht zu Revolutionen, sondern zu graduellem institutionellen Wandel, welcher sich mit den genannten analytischen Kategorien der politischen Ökonomie angemessen erfassen lässt.

Bereits an dieser Stelle der Analyse können wir gegenüber der differenzierungstheoretischen Perspektive einen konzeptuellen Zugewinn verbuchen. Denn die vier Prozesse führen nicht durchweg zu mehr Differenzierung. Ein solcher Zuwachs ist lediglich für den Aufschichtungsprozess typisch. Bei diesem Prozess wird die institutionelle Struktur der Forschung kontinuierlich durch neue Einheiten erweitert und damit komplexer. In Reaktion auf die zunehmende Komplexität bilden sich neue Teildisziplinen, teilweise auch interdisziplinäre Forschungsfelder sowie neue Organisationseinheiten. Die institutionelle Erneuerung folgt im Fall von Aufschichtung somit einer Logik, die zu einer höheren fachlichen und organisationalen Differenzierung der Forschung führt.

Demgegenüber bewirkt der Verdrängungsprozess, dass die Schaffung neuer Einheiten mit der Verkleinerung und der (teilweisen) Auflösung bestehender Strukturen einhergeht. Im Gegensatz zu Aufschichtung findet bei Verdrängung parallel zum Aufbau neuer Strukturen ein Prozess der Deinstitutionalisierung statt. Zwar ist nicht immer davon auszugehen, dass in jeweils gleichem Umfang neue Einheiten aufgebaut wie alte Strukturen abgebaut werden. Aber eine Steigerung der Komplexität und folglich eine zunehmende Differenzierung des institutionellen Gefüges sind bei Verdrängung eher nicht zu erwarten, auch wenn das im Einzelfall nicht völlig auszuschließen ist.

Umwandlung ist der spiegelbildliche Prozess zu Verdrängung, denn eine intellektuelle Erneuerung der Forschung findet innerhalb des bestehenden institutionellen Gefüges statt. Bei Umwandlung werden bestehende Forschungskapazitäten thematisch umorientiert und auf neue Ziele ausgerichtet. Vorhandene Geräte

und Infrastruktur erhalten im Zuge von Umwandlungsprozessen eine neue Bestimmung. Ebenso wird wissenschaftliches und technisches Personal bei einer inhaltlichen Neuausrichtung umgeschult und in neuen Tätigkeitsfeldern eingesetzt. Umwandlung beinhaltet daher grundsätzlich keinen Zuwachs an Differenzierung, auch wenn ein solcher Zuwachs im Einzelfall nicht völlig auszuschließen ist.

Auflösung ist der spiegelbildliche Prozess zu Aufschichtung, denn hier werden vorhandene Forschungskapazitäten abgebaut, ohne dass gleichzeitig ein Aufbau neuer Einheiten stattfindet. Wenn ein Lehrstuhl nach der Emeritierung seines Inhabers nicht mehr neu besetzt wird, wenn ein Fachbereich einer Universität geschlossen wird oder wenn im Zuge einer Neustrukturierung eines Industrielabors Mitarbeiter entlassen werden, findet in der Regel ein Abbau von Differenzierung statt. Dieser Abbauprozess ist nicht allein auf die organisationale Ebene beschränkt, sondern er betrifft gerade auch die inhaltliche Seite der Forschung.

4 Beispiele aus der Wissenschaftsgeschichte

Die vier Kategorien der institutionellen Erneuerung sind analytische Kategorien, die aus der Kombination der beiden dichotom ausgeprägten Variablen Aufbau und Rückbau gewonnen wurden. Im Folgenden werden zu ihrer Illustration einige Beispiele aus der Wissenschaftsgeschichte erläutert. Anhand der Beispiele soll gezeigt werden, dass unsere Heuristik sinnvolle Kategorien zur Analyse von Prozessen der institutionellen Erneuerung zur Verfügung stellt.¹

4.1 Aufschichtung: *Physikalische Chemie in den Vereinigten Staaten*

Die Etablierung der physikalischen Chemie im amerikanischen Universitätssystem, die im Zeitraum 1900 bis 1930 stattfand, war im Wesentlichen ein Aufschichtungsprozess. Als Teildisziplin geht die physikalische Chemie auf mehrere bahnbrechende Arbeiten der drei europäischen Chemiker Wilhelm Ostwald, Jacobus van't Hoff und Svante Arrhenius zurück, die Anfang des 20. Jahrhunderts durch die Verknüpfung von Methoden und Theorien der Physik wesentlich dazu beitrugen, dass aus der vormals qualitativen und klassifizierenden Chemie

1 Es ist nicht auszuschließen, dass es andere Beispiele geben mag, die weniger gut in unsere Heuristik passen. Es wäre interessant, Beispiele dieser Art – die wir bislang nicht gefunden haben – im Hinblick auf die Weiterentwicklung unserer Heuristik näher zu analysieren. Für entsprechende Hinweise sind wir daher dankbar.

eine Hypothesen testende und quantitative Disziplin wurde (Servos 1990). In den ersten beiden Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts verschob sich das globale Zentrum der Wissenschaft von Deutschland in die Vereinigten Staaten (Ben-David 1971). Daher erhielt noch ein großer Teil der Wissenschaftler, die die physikalische Chemie in den Vereinigten Staaten aufbauten, ihre Ausbildung in Deutschland, insbesondere bei Wilhelm Ostwald in Leipzig.

Die Institutionalisierung der physikalischen Chemie in den amerikanischen Universitäten vollzog sich im Zuge einer Expansion des amerikanischen Bildungssystems, von der auch die Chemie als Disziplin profitierte. Das allgemeine Wachstum der Universitäten führte in allen Teilfeldern der Chemie, auch in der anorganischen und analytischen Chemie, das heißt den Feldern des Establishments, zu einem wachsenden Bedarf an Lehrkräften. Die gestiegene Nachfrage nach Lehrkräften wurde zu einem wesentlichen Teil durch physikalisch orientierte Chemiker gedeckt: „The growth of physical chemistry, especially during its first two decades, was largely a function of the availability of teaching positions. American universities were expanding rapidly during this period, and physical chemists capitalized on the situation” (Servos 1990: 92).

Den physikalisch orientierten Chemikern kam ihre breite Ausbildung in allen Teildisziplinen der Chemie zugute. Mit ihrer umfassenden Bildung waren sie vielseitiger einsetzbar als ihre ausschließlich in der analytischen oder anorganischen Chemie ausgebildeten Kollegen. Die Schüler Ostwalds hatten bei der Besetzung der vielen neuen Stellen daher einen klaren Wettbewerbsvorteil gegenüber den in der analytischen und anorganischen Chemie spezialisierten Kollegen.

“Clearly the greatest need felt by college presidents and by chairmen of chemistry departments was for instructors who could handle laboratory sections and classroom duties in inorganic and analytical chemistry. Physical chemists believed that they met this need and were successful in convincing others of this as well. (...) With their broad training and aggressive claims to being practitioners of an allgemeinen Chemie, [they] appeared far more versatile than narrowly trained inorganic chemists, and more up-to-date than traditionally trained specialists in chemical analysis” (Servos 1990: 98).

Die kontinuierliche Rekrutierung der physikalisch orientierten Chemiker in die wachsenden Chemie-Departments amerikanischer Universitäten hatte zur Folge, dass die physikalische Chemie innerhalb von zwanzig Jahren zu einer eigenen Teildisziplin aufsteigen konnte. Waren 1901 gerade einmal 2,5 Prozent aller amerikanischen Chemie-Studenten in der physikalischen Chemie eingeschrieben, so waren Mitte der 1920er Jahre bereits mehr als 25 Prozent aller Graduate Students im Fach Chemie immatrikuliert (Servos 1990, Tab. 2.8, Tab. 5.3). Wenn man in den 1920er Jahren von der Disziplin Chemie an den amerikani-

schen Universitäten sprach, dann meinte man folglich etwas völlig anderes als zwei Jahrzehnte früher. Im Zuge der kontinuierlichen Rekrutierung neuen Personals wurde in den Chemie-Departments eine neue Teildisziplin aufgebaut und auf diese Weise das gesamte Fach Chemie intellektuell erneuert. Gleichzeitig wurden die etablierten Teildisziplinen nicht verkleinert, sondern konnten sogar von der allgemeinen Wachstumsphase profitieren.

4.2 Verdrängung: Molekularbiologie an der Universität Manchester

Ein zweites Beispiel ist der Aufbau der Molekularbiologie zulasten der Botanik und der Zoologie an der Universität Manchester seit Mitte der 1980er Jahre (Wilson 2008). Die Entstehung der Molekularbiologie wird auf die späten 1930er Jahre datiert und mit der Förderung der Rockefeller-Stiftung und ihrem Programm-Manager Warren Weaver in Verbindung gebracht. Zu den frühen Pionieren zählten Max Delbrück, Linus Pauling und George Beadle, die alle am California Institute of Technology in Pasadena forschten (Kohler 1991; Kay 1993). Weiterhin haben Francis Crick und James Watson mit ihrer Entdeckung der DNA-Doppelhelix 1953 sowie Stanley Cohen und Robert Boyer mit der Entwicklung einer Methode zur Rekombination von DNA 1972 zum ungeheuren Aufschwung der Molekularbiologie beigetragen.

Während sich die Molekularbiologie als Forschungsfeld an zahlreichen Standorten weltweit dynamisch entwickeln konnte, galt die Biologie in Manchester langezeit in weiten Teilen als rückständig, weil sie den traditionellen Teildisziplinen der Biologie verhaftet blieb.

“Nowhere was the traditionalism more apparent than in Manchester zoology, headed between 1931 and 1963 by Graham Cannon, an expert on invertebrate feeding habits. Cannon was a Lamarckian – that is, he believed in the heritability of acquired characteristics – and he rejected both Darwinism and a focus on genes and proteins as objects of study” (Wilson 2008: 14).

Auch in den 1970er Jahren konnte die Biologie in Manchester nicht an die internationale Entwicklung anschließen. So scheiterten eine Fusion der beiden Departments für Botanik und Zoologie, die Etablierung eines Lehrstuhls für Genetik und Zellbiologie sowie die Einrichtung einer School of Applied Biology. Erst die radikale Budgetkürzung von 16 Prozent, die die Universität Manchester im Zeitraum 1981-1984 als Teil der allgemeinen Kürzung der Universitätsbudgets durch die konservative Regierung unter Margaret Thatcher verkraften musste, löste einen Prozess aus, in dessen Verlauf die eher traditionellen Teildisziplinen der Biologie wie Botanik und Zoologie durch die neueren molekularbiologischen

Teildisziplinen wie Biochemie und Mikrobiologie verdrängt wurden. Die Reorganisation dauerte vom ersten bis zum letzten Schritt der Umsetzung fünfzehn Jahre (1986 bis 2001) und führte im Ergebnis dazu, dass die Anzahl der Departments deutlich verringert wurde; dass eine School of Biological Sciences mit einem starken Exekutivkomitee gegründet wurde; dass die Ressourcenvergabe innerhalb der Biologie zentralisiert, die Forschung und Lehre institutionell und budgetär separiert wurde; und dass vorrangig molekularbiologisch orientierte Forscher rekrutiert wurden (Wilson 2008).

Betrachtet man den gesamten Zeitraum des institutionellen Wandels, dann lässt er sich als Verdrängungsprozess interpretieren. Legt man der Analyse aber kürzere Zeitskalen zugrunde, dann kann der Wandlungsprozess durchaus als eine Sequenz von Teilprozessen der Auflösung und Aufschichtung aufgefasst werden. Denn es kam sowohl zur Abwanderung von wissenschaftlichem Personal aus der Botanik und Zoologie als auch zu einer Kürzung der Forschungsbudgets in diesen Disziplinen. Einige Forschungseinheiten wurden ganz aufgelöst, andere wurden teilweise aufgelöst oder stark verkleinert. Umgekehrt wurden in den molekularbiologischen Disziplinen Personal neu rekrutiert und Ressourcen mobilisiert, was für Prozesse der Aufschichtung spricht. Welche zeitliche Perspektive gewählt wird, hängt vom Erkenntnisinteresse ab. Sofern der Gesamtzeitraum und die Beziehungen der einzelnen Teilbereiche der Biologie in Manchester von Interesse sind, ist es sinnvoll, die Auflösung von Forschungskapazitäten in der Botanik und Zoologie in einen Zusammenhang mit dem Aufbau neuer Forschungskapazitäten in der Molekularbiologie zu stellen (Wilson 2008).

Der Verdrängungsprozess in Manchester wurde durch zwei Verfahren der Leistungsbewertung legitimiert. Universitätsintern wurde ein Research Performance Indicator (RPI) System eingeführt, das Publikationen, Einwerbung von Drittmitteln und weitere Kriterien anhand einer Punkteskala erfasste. Die Punktschnee wurde bei der Zuweisung des Budgets herangezogen. Im Ergebnis führte dies zu einer erheblichen Umverteilung der Ressourcen: „From the outset, the RPI scheme ensured a profound difference in the amount of money distributed to staff: in 1986-87, there was a 20-fold difference in the funds distributed to those at the top and bottom of the performance range“ (Wilson 2008: 44). Extern wurde der Verdrängungsprozess vom landesweit durchgeführten Research Assessment Exercise (RAE) legitimiert, bei der sich die School of Biological Sciences zwischen 1986 und 2001 erheblich verbessern konnte.

“In this first formal and explicit national review, biological science at Manchester University ranked badly. The second assessment showed slight improvement. No Manchester unit was now ranked in the bottom rung, as had been the case in 1986. The 2001 RAE saw the School of Biological Sciences attain the long-held aim of 5*

in the RAE – a remarkable progression, in 15 years, from the lowest to the highest grade attributable” (Wilson 2008: 36, 50, 104).

4.3 Aufschichtung und Umwandlung: Teilchenphysik am SLAC National Accelerator Laboratory

Die beiden bisher diskutierten Beispiele lassen sich umstandslos einem der vier institutionellen Wandlungsprozesse zuordnen. Das schließt nicht aus, dass am Geschehen Beteiligte durchaus zu einer anderen Zuordnung gelangen können bzw. dass die Grenzen zwischen den Kategorien im Einzelfall flüchtig sind. So mag die Institutionalisierung der physikalischen Chemie von den anorganischen und analytischen Chemikern der Zeit als Verdrängung wahrgenommen worden sein. Denn die Aufschichtung der neuen Teildisziplin bedeutete für sie trotz des absoluten Wachstums ihrer eigenen Domäne einen relativen Bedeutungsverlust.

Die Zuweisung eines maßgeblichen Typs der institutionellen Erneuerung schließt auch nicht aus, dass es Beispiele gibt, bei denen sich mehrere Prozesse überlagern oder aufeinanderfolgen. Ein solches Beispiel stellt das SLAC National Accelerator Laboratory dar, an dem wir einen zeitlich gestuften Doppelprozess der institutionellen Erneuerung studieren können.

Die 1962 gegründete Großforschungseinrichtung wurde im Laufe von vier Jahrzehnten zweimal grundlegend transformiert (Panowsky 1992; Cantwell 1994; Hallonsten 2009). Im Zuge dieser Transformationen wurden neue und vielversprechende Forschungsgebiete in das Programm der Forschungseinrichtung integriert. In der ersten Phase wurde SLAC von der Teilchenphysik dominiert, deren Mission der Aufbau und der Betrieb eines linearen Teilchenbeschleunigers war. In der zweiten Phase verfügte SLAC zusätzlich über eine Synchrotron-Quelle, die zu einer begehrten Adresse für Gast-Wissenschaftler aus aller Welt wurde. Besonders einschneidend war jedoch die dritte Phase, in der Forschungskapazitäten des Teilchenbeschleunigers für einen weltweit neuartigen Röntgenlaser umgewidmet wurden:

“Like a butterfly cracking its chrysalis, SLAC has shed its former self. On 7 April 2008, physicists turned off the lab’s last particle smasher. On 10 April 2009, they turned on its new flagship facility, the world’s first x-ray laser. Dubbed the Linac Coherent Light Source (LCLS), the laser shines a billion times brighter than any previous x-ray source. SLAC officials are rearranging everything, including the furniture – particle physicists’ offices in the lab’s main building are being converted into labs to support the LCLS” (Cho 2009: 221).

Anders als im Fall der Biologie an der Universität Manchester spielte SLAC von Beginn an international an vorderster Forschungsfront mit. Es lieferte bahnbrechende Beiträge zur Teilchenphysik, darunter die jeweils mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichneten Entdeckungen des Quarks (Richard Taylor), des Charm-Quarks (Burton Richter) und des Tau Lepton (Martin Perl). Allerdings suchten die führenden Wissenschaftler des SLAC bereits relativ früh nach neuen Forschungsmöglichkeiten. Eine wichtige Rolle spielte bei der Suche neuer Themenfelder die Tatsache, dass sich die wissenschaftlichen Erträge des Linearbeschleunigers in absehbarer Zeit erschöpft haben würden und nur durch den Bau weit größerer Anlagen wieder hätten gesteigert werden können.

Die erste Planung zur Umwandlung des SLAC geht bereits auf das Jahr 1968 zurück, also nur wenige Jahre nach Gründung. Sie bestand im Aufbau einer Anlage für Synchrotron-Strahlung, einem „Abfallprodukt“ der Teilchenbeschleunigung, die insbesondere für Strukturbiologen und Materialwissenschaftler von großer Bedeutung ist, weil mit ihrer Hilfe komplexe Materialstrukturen aufgeklärt und elementare Lebensprozesse auf der Molekularebene erfasst werden können. In den 1970er Jahren finanzierte die National Science Foundation mehrere Projekte, die den Aufbau einer Synchrotron-Quelle ermöglichten. Die vollständige Synchrotron-Anlage ging 1979 in Betrieb und wurde 1990 als zweite Säule innerhalb der Organisationsstruktur des SLAC formal etabliert (Hallonsten 2009: 109 ff.; Cantwell 1994).

Der zweite Wandlungsprozess des SLAC geht auf Pläne aus dem Jahr 1992 zurück, nur wenige Jahre nach der Inbetriebnahme der Synchrotron-Anlage (Hallonsten 2009: 109 ff.). Während trotz Synchrotron-Anlage der Teilchenbeschleuniger nach wie vor das zentrale wissenschaftliche Gerät darstellte, lief die LCLS-Anlage auf die Stilllegung des Teilchenbeschleunigers hinaus. Daher gestaltete es sich streckenweise als schwierig, Unterstützung beim SLAC-Personal zu erhalten: „Some SLAC scientists were reluctant to get involved (...). Some people had to be ordered to work on the new project“ (Cho 2009: 222). Der Konflikt zwischen den Teilchenphysikern und der Zentrenleitung wurde im Zuge kurzfristiger Haushaltskürzungen beim DOE weiter verschärft:

“In December 2007, last-minute cuts to the federal budget forced the lab to lay off 100 of its then 1600 staff. The crisis forced DOE to scuttle the PEP-II collider 6 months earlier. That rankled many physicists, who thought [the lab’s director] should have already been fighting to push back PEP-II’s scheduled shut-down by a couple of years” (Cho 2009: 223).

Die zweifache Umwandlung des SLAC fand im Gegensatz zum Fall Manchester nicht direkt im Kontext massiver Budgetkürzungen statt. Allerdings sah die Leitung des Zentrums voraus, dass zukünftige wissenschaftliche Erfolge des SLAC

entscheidend von einer massiven Steigerung der Investitionen durch das DOE abhängen. Diese wurden aber nach der Blütezeit der Großforschung in den 1960er Jahren immer unwahrscheinlicher. Die bereits in den 1970er Jahren einsetzende Kosten- und Legitimitätskrise der Großforschung fand 1993 ihren vorläufigen Höhepunkt, als der Bau des Superconducting Super Collider aus Kostengründen abgebrochen wurde. Die Umwandlung des SLAC fand somit im Kontext stagnierender Budgets für die Teilchenphysik statt. Die Einwerbung zusätzlicher Mittel vom DOE und von der National Science Foundation, die für eine Aufschichtung von großer Bedeutung sind, konnte nur gelingen, wenn SLAC in Forschungsfelder außerhalb der Teilchenphysik investierte. Diesen Weg hat die Leitung des SLAC seit den 1970er Jahren konsequent beschritten.

Die beiden Transformationsphasen des SLAC lassen sich als Kombination von Aufschichtung und Umwandlung interpretieren. Im Übergang von der ersten zur zweiten Phase fand im Wesentlichen ein Aufschichtungsprozess statt, denn die Forschungskapazitäten in der Teilchenphysik wurden durch neues Personal, technisch-apparative Ausstattung und neue Budgetlinien, unter anderem in der Materialwissenschaft und der Strukturbioogie, erweitert. Im Übergang von der zweiten zur dritten Phase fand dagegen neben dem Aufschichtungsprozess auch noch ein Umwandlungsprozess statt, denn parallel zum Aufbau des Röntgenlasers wurden die materiellen und personellen Forschungskapazitäten des Teilchenbeschleunigers teilweise umgewidmet.

4.4 Auflösung und Umwandlung: Akademie der Wissenschaften der DDR

Ein weiteres Beispiel für einen kombinierten Wandlungsprozess lässt sich am Fall der Auflösung der Akademie der Wissenschaften der DDR (AdW) Anfang der 1990er Jahre und der nachfolgenden Eingliederung von Akademieinstituten in das Institutionengefüge der bundesdeutschen Hochschulen und des außeruniversitären Forschungssektors studieren. Anders als bei den bereits diskutierten Beispielen gingen dieser Transformation keine intellektuellen Neuerungen voraus. Es handelt sich um einen ausschließlich durch die Wiedervereinigung ausgelöst, also institutionell bedingten Wandlungsprozess. Die Kombination von Auflösung plus Umwandlung führte zu einer erheblichen Transformation der ostdeutschen Forschung, aber nicht zu einer grundsätzlichen Neustrukturierung des gesamtdeutschen Forschungssystems (Mayntz 1994).

Die zentrale Instanz zur Planung der AdW-Integration war der Wissenschaftsrat (WR), der mit ihrer Evaluation beauftragt worden war und dessen Empfehlungen auch weitgehend implementiert wurden. Arbeitsgrundlage des WR war die in Artikel 38 des Einigungsvertrages festgelegte Entscheidung, „die

AdW als Forschungsorganisation aufzulösen und die erhaltenswerten AdW-Institute bzw. Institutsteile in die Strukturen der bundesdeutschen Forschungslandschaft einzupassen“ (Mayntz 1994: 28). Der WR hatte somit das Problem zu bewältigen, nach Abwicklung der Trägerorganisation die erhaltenswerten Forschungskapazitäten zu identifizieren und diese zügig in das bestehende bundesdeutsche System von Hochschulen und außeruniversitärer Forschung zu integrieren. Hierbei griff er auf bewährte Kriterien zurück, die bereits im Rahmen der institutionellen Evaluationen bundesdeutscher Einrichtungen erprobt worden waren: nationale und internationale Reputation, fachliche Qualität der Publikationen, Qualifikation der Wissenschaftler sowie mittelfristiges Forschungsprogramm. Nach der Auflösung der Trägerorganisation wurden im Zuge der WR-Evaluation 6 Institute ersatzlos geschlossen und 54 Institute aufgegliedert, umgegründet oder in bestehende Einrichtungen integriert. Es handelt sich also in einem ersten Schritt um einen Auflösungsprozess auf der Makroebene: eine ganze Wissenschaftsorganisation wird durch formellen Beschluss geschlossen. Allerdings werden bei weitem nicht alle AdW-Institute abgewickelt (Mesoebene). Die Mehrzahl der Institute wird in die bundesdeutsche Forschungslandschaft integriert, beispielsweise durch Fusion bestehender Akademieinstitute in neue ostdeutsche Einrichtungen oder durch Eingliederung von AdW-Instituten oder Institutsteilen in westdeutsche Einrichtungen.

Auffällig ist an diesem Transformationsprozess die geringe Konfliktintensität. Mayntz (1994) führt hierfür drei Gründe an. Erstens die asymmetrische Machtverteilung zwischen den Vertretern der DDR und der Bundesrepublik im Evaluations- und Verhandlungsprozess. Zweitens kam hinzu, dass das Establishment der DDR-Forschung jahrzehntelang gewöhnt war, auf staatliche Anordnungen zu warten und daher zu einem aktiven und selbstorganisierten Widerstand gar nicht in der Lage war. Drittens verloren die AdW-Institute, bevor es überhaupt zur Umsetzung der Empfehlungen des WR kam, zwischen 1990 und 1991 ein Viertel ihres wissenschaftlichen Personals. Diese kollektive Abwanderung verringerte das ohnehin geringe Widerspruchspotenzial, weil Abwanderer typischerweise zu den aktivsten und kritischsten Organisationsmitgliedern zählen (Hirschman 1970). Diejenigen aber, die bis Ende 1991 an den AdW-Instituten verblieben, übten keinen Widerstand gegen die Empfehlungen des WR, weil sie in der Regel weiterbeschäftigt wurden. Bei der Mehrzahl der AdW-Institute, die eine institutionelle Zukunft im deutschen Forschungssystem erhielten, fand zwischen einem und zwei Drittel des Personals eine direkte Anschlussbeschäftigung. Bei einem Fünftel der AdW-Institute wurden sogar zwei Drittel der Wissenschaftler weiterbeschäftigt.

Die Implementation der vom WR ausgesprochenen Empfehlungen fand im Kontext einer angespannten Haushaltslage statt. Zwar wuchs das Budget des

Bundesministeriums für Forschung und Technologie (BMFT) 1991 nominell, jedoch in weit geringerem Umfang als zur Eingliederung der 54 Akademieinstitute nötig gewesen wäre. „Dieses für das BMFT ungünstige Ergebnis der Verhandlungen zum Haushalt 1991 erlaubte es nicht, die Forschung im Beitrittsgebiet aus dem Etatzuwachs zu finanzieren. Schon bald wurde erkennbar, dass im Westen Eingriffe in den Bestand nötig wurden“ (Mayntz 1994: 241). Dies traf beispielsweise die Max-Planck-Gesellschaft, die aufgrund der übergeordneten politischen Priorität der AdW-Integration eigene Initiativen zurückstellen musste (Mayntz 1994: 240). Die Umwandlung der ostdeutschen Forschung ging somit auf Kosten der Erneuerungsfähigkeit westdeutscher Forschungseinrichtungen.

Gleichzeitig wurden im Zuge der Umwandlung der Akademieinstitute mehrere Gelegenheiten zur institutionellen Erneuerung genutzt. So wurden Forschungsgebiete, die bisher unzureichend bearbeitet worden waren, insbesondere Umwelt- und Ökosystemforschung, aufgegriffen und gezielt gefördert. Auch die Einrichtung von Wissenschaftsparks rechnet Mayntz (1994) zu den Innovationen des Transformationsprozesses. Allerdings hebt die Autorin hervor, dass keine grundsätzliche Neustrukturierung des deutschen Forschungssystems stattfand, sondern lediglich die Forschungsorganisation der DDR an die Strukturprinzipien der Bundesrepublik angeglichen wurde. „Dabei mag stillschweigend unterstellt worden sein, dass für das künftige deutsche Forschungssystem auch unter Leistungsgesichtspunkten keine radikalen Innovationen notwendig seien. Tatsächlich ist dies im eigentlichen Wortsinn fragwürdig“ (Mayntz 1994: 264).

Mayntz weist aber zugleich darauf hin, dass die grundsätzliche Neustrukturierung des deutschen Forschungssystems nicht nur aufgrund des engen Zeitrahmens der Wiedervereinigung unrealistisch gewesen wäre, sondern auch den Widerstand von Bundes- und Länderministerien sowie von sämtlichen Wissenschaftsorganisationen auf den Plan gerufen hätte. Eine ambitionierte institutionelle Erneuerung wäre über die Planungsphase vermutlich gar nicht hinausgekommen.

5 Vergleichende Analyse der vier Beispiele

Die vier Beispiele aus der Wissenschaftsgeschichte bieten genügend Anschauungsmaterial, um aus ihrem Vergleich einige für institutionelle Erneuerung allgemein relevante Faktoren identifizieren zu können. Hierzu zählen verschiedene Typen intellektuellen Wandels, der Ressourcenkontext und die Vetomacht des Establishments.

5.1 Typen intellektuellen Wandels

Wenn die institutionelle Erneuerung ihren Ausgangspunkt auch in der kognitiven Dynamik der Forschung findet, dann wirft jede substanzielle intellektuelle Neuerung neben der Frage nach der Geltung des institutionalisierten Wissens auch das Problem auf, inwieweit vorhandene Forschungskapazitäten erhaltenswert sind oder durch neue ersetzt werden sollen. Diese Problemstellung wird von Tushman/Anderson (1986) in ihrer Analyse technischen Wandels mit einer Unterscheidung beantwortet, derzufolge Innovationen vorhandenes Wissen entweder erweitern oder zerstören. Zum ersten Innovationstyp schreiben die Autoren: „Competence-enhancing discontinuities are order-of-magnitude improvements in price/performance that build on existing know-how within a product class. Such innovations substitute for older technologies, yet do not render obsolete skills required to master the old technologies.“ Sie kontrastieren diesen mit dem zweiten Innovationstyp: “Competence-destroying discontinuities are so fundamentally different from previously dominant technologies that the skills and knowledge base required to operate the core technology shift” (Tushman/Anderson 1986: 442).

Im Fall von Kompetenzen erweiternden Neuerungen ist es für die Forschung grundsätzlich von Vorteil, die bestehenden Kapazitäten zu erhalten und weiterzuentwickeln. Dagegen erscheint es im Fall von Kompetenzen zerstörenden Neuerungen für die Forschung von Vorteil, wenn neue Kapazitäten zügig aufgebaut und bestehende Kapazitäten abgebaut werden können. Wir können diese Überlegung auf unsere Heuristik übertragen (Abb. 1).

Wir vermuten erstens, dass im Kontext von Kompetenzen zerstörenden Neuerungen insbesondere die beiden Prozesse Verdrängung und/oder Aufschichtung zu beobachten sind. Denn aufgrund der starken Entwertung von Wissen, Personal und Sachinvestitionen sind die vorhandenen Kapazitäten kaum für eine Umwandlung geeignet. Diese Überlegung finden wir im Fall Manchester bestätigt (vgl. Abschnitt 4.2). Das molekularbiologische Paradigma ging mit einer starken intellektuellen Entwertung des Wissens der traditionellen Biologie, insbesondere in der Zoologie und Botanik, einher. In diesem Kontext hätte Umwandlung geheißen, mit den vorhandenen Kapazitäten eine thematische Neuausrichtung bewerkstelligen zu müssen, für die sie aufgrund der starken Entwertung von Wissen, Personal und Sachinvestitionen gerade nicht geeignet sind. Im Vergleich dazu erscheint die Verdrängung der traditionellen biologischen Teildisziplinen als geeigneter Wandlungsprozess. Den neu aufgebauten Einheiten wurde durch den Rückbau vorhandener Kapazitäten der zur besseren Entfaltung ihrer Leistungsfähigkeit notwendige Bewegungsspielraum verschafft. Dass wir Ver-

drängung und nicht Aufschichtung beobachten, hängt wiederum mit dem stagnierenden Ressourcenkontext in Manchester zusammen.

Wir vermuten zweitens, dass im Kontext von Kompetenzen erweiternden Neuerungen insbesondere die beiden Prozesse Umwandlung und/oder Aufschichtung zu beobachten sind. Denn aufgrund der geringen Entwertung von Wissen, Personal und Sachinvestitionen können die vorhandenen Kapazitäten gut für neue Zwecke und Forschungsziele eingesetzt werden. Diese Überlegung finden wir im Fall SLAC bestätigt (vgl. Abschnitt 4.3). In der ersten Wandlungsphase ließ sich die Nutzung der Synchrotronstrahlung relativ problemlos mit dem Wissen und Know-How der Teilchenphysiker verbinden. Die Teilchenphysiker konnten ihre Kollegen aus der Materialwissenschaft und der Strukturbiologie beim Betrieb des Synchrotrons unterstützen, weil dieses Kenntnisse und Erfahrungen mit dem Beschleuniger erforderte. Auch die zweite Wandlungsphase war durch einen graduellen Übergang hin zum Röntgenlaser gekennzeichnet. Auch wenn bei der zweiten Transformation der Beschleuniger nicht mehr das zentrale wissenschaftliche Großgerät darstellte, so konnten doch viele Kompetenzen und Investitionen weiterverwendet werden.

Wichtig ist auch die Tatsache, dass im Fall von Kompetenzen erweiternden Neuerungen ein zügiger Rückbau von Forschungskapazitäten im Zuge von Verdrängung oder Auflösung unerwünschte Lücken im institutionellen Gefüge hinterlassen kann. Der einseitige Rückbau von Fachkompetenzen birgt somit die Gefahr, dass wertvolles wissenschaftliches Wissen verloren geht. Eine solche Gefahr besteht bei Aufschichtungsprozessen nicht. Da der Ausbau neuer Forschungsfelder nicht zulasten bestehender Forschungskapazitäten geht, bietet Aufschichtung Gewähr dafür, dass vorhandenes wissenschaftliches Wissen weiterentwickelt wird. Ohnehin ist für Aufschichtung grundsätzlich nicht entscheidend, ob intellektuelle Neuerungen vorhandenes Wissen und Know-How zerstören oder erweitern. Ob Aufschichtung stattfinden kann, hängt vielmehr von der Verfügbarkeit zusätzlicher materieller und personeller Ressourcen ab.

5.2 *Ressourcenkontext*

Für alle vier Erneuerungsprozesse ist das Ressourcenumfeld von herausragender Bedeutung. Wie das Beispiel der physikalischen Chemie zeigt, bietet Wachstum die komfortable Situation, dass das Establishment in der Substanz nichts verliert. Die neue Teildisziplin konnte in den amerikanischen Chemiesparten Fuß fassen, ohne dass hierzu die etablierten Domänen der anorganischen und analytischen Chemie verdrängt werden mussten. Die physikalische Chemie wurde in keinem anderen Land so zügig und umfassend an den Universitäten verankert

wie in den Vereinigten Staaten. Das Wachstum von Ressourcen schafft somit günstige Voraussetzungen für die Anlagerung neuer Forschungskapazitäten in Disziplinen und Forschungseinrichtungen. Das heißt natürlich nicht, dass Aufschichtungsprozesse grundsätzlich konfliktfrei ablaufen würden. Es ist vielmehr zu vermuten, dass durch das Wachstum zahlreiche neue Akteure ins Feld drängen, die sich nicht immer an den bewährten kognitiven und sozialen Regeln des Establishments orientieren. Mit Wachstum steigt auch die Möglichkeit, nein zu sagen und das Establishment herauszufordern. Es ist daher naheliegend, dass die Vertreter der anorganischen und analytischen Chemie – trotz eigenen Domänenwachstums – den Aufschichtungsprozess als Bedrohung wahrgenommen haben.

Anders verhält es sich bei Verdrängung, Umwandlung und Auflösung. Diese drei Wandlungsprozesse finden typischerweise im Kontext stagnierender Ressourcen oder eines von Rezession geprägten Umfelds statt. Die zweifache Umwandlung des SLAC erfolgte aufgrund fehlender Expansionsmöglichkeiten in der Teilchenphysik. Erst die Umwidmung von SLAC-Kapazitäten ermöglichte es, neue Ressourcen zum Aufbau der Synchrotron-Anlage und des Röntgenlasers einzuwerben. An der Universität Manchester war die drastische Mittelkürzung Auslöser der intellektuellen Erneuerung der biologischen Forschung. Auch die Umwandlung der AdW-Institute fand im Kontext einer Stagnation des bundesdeutschen Forschungsbudgets statt.

5.3 *Vetomacht des Establishments*

Für alle vier Erneuerungsprozesse ist die Machtverteilung zwischen Innovatoren und Establishment von Bedeutung, insbesondere die Fähigkeit des Establishments, den Rückbau seiner eigenen Domäne und/oder den Aufbau neuer Forschungskapazitäten zu verlangsamen, zu blockieren oder zu verhindern. Gerade im Kontext von Rezession ist es möglich, dass die beharrenden Kräfte stärker als die Innovatoren sind. Dies kann zur Folge haben, dass sich die institutionelle Struktur der Forschung von der kognitiven Dynamik zunehmend entkoppelt. Während in neuen Feldern Kreativitätspotenziale ungenutzt bleiben, bestehen die etablierten Forschungskapazitäten fort und absorbieren einen großen Teil der knappen Ressourcen. Starke beharrende Kräfte können im Extremfall auch dazu führen, dass die institutionelle Erneuerung ganz zum Erliegen kommt. Dies gilt insbesondere für den Fall, wenn weder vorhandene Strukturen abgebaut noch neue Einheiten aufgebaut werden: es ist durchaus denkbar, dass dann anstelle von Umwandlung der institutionelle status quo reproduziert wird und keine intellektuelle Erneuerung stattfindet (Abb. 1).

Grundsätzlich hängt die Vetomacht des Establishments neben situativen auch von strukturellen Faktoren ab. Zu den strukturellen Faktoren zählte im Fall der AdW-Transformation, dass das Establishment der DDR-Forschung jahrzehntelang gewohnt war, auf staatliche Anordnungen zu warten und daher zu einem aktiven und selbstorganisierten Widerstand gar nicht in der Lage war. Es konnte daher die Auflösung und nachfolgende Umwandlung der Akademieinstitute auch nicht wirksam verhindern. Im Fall der Biologie in Manchester wurde die Vetomacht der traditionellen Disziplinen geschwächt, weil es bei ihnen im Zuge des Wandlungsprozesses zu einer Abwanderung besonders aktiver Zoologen und Botaniker kam.

Zu den strukturellen Faktoren zählt auch, inwieweit der Aufbau und Rückbau von Forschungskapazitäten intern und extern legitimiert werden kann. Hierbei spielen Verfahren zur Leistungsbewertung eine wichtige Rolle. Solche Evaluationsverfahren haben primär die Funktion, den Widerstand des Establishments gegen den Wandel und damit zugleich die Intensität des Konflikts zu begrenzen. Im Fall der AdW-Transformation war die Evaluation des Wissenschaftsrates die zentrale Legitimationsquelle für den Umbau der ostdeutschen Forschungslandschaft. Im Fall Manchester wurde die Verdrängung der traditionellen durch die molekularbiologischen Disziplinen sowohl durch ein universitätsinternes als auch durch ein externes Evaluationsverfahren flankiert.

6 Schluss

Wir gehen in dem vorliegenden Beitrag von der Überlegung aus, dass aufgrund der kognitiven Dynamik die institutionellen Strukturen der Forschung fortwährend vor der Herausforderung stehen, intellektuelle Neuerungen zu integrieren und zu verbreiten. Unter intellektueller Erneuerung der Forschung verstehen wir, dass Neuerungen Forschungsaktivitäten außerhalb ihres Entstehungskontextes anregen, dass sie im Kanon einer Disziplin verankert werden oder dass sie eine eigene intellektuelle Domäne begründen und auf diese Weise das bestehende Disziplinengefüge erweitern. Die kontinuierliche intellektuelle Erneuerung der Forschung findet in einem Spannungsfeld statt, in dem innovative und beharrende Kräfte um symbolische und materielle Ressourcen konkurrieren. In diesem Spannungsfeld wird ausgehandelt, in welchem Umfang in neue Forschung investiert wird und/oder bestehende Forschungskapazitäten rückgebaut werden. Die für die Kombinationen von Aufbau und Rückbau maßgeblichen institutionellen Prozesse sind Aufschichtung, Verdrängung, Umwandlung und Auflösung.

Aus unserer Argumentation folgt nicht, dass jeder der vier Wandlungsprozesse auch tatsächlich zu einer intellektuellen Erneuerung der Forschung führt.

Grundsätzlich können die vier institutionellen Prozesse stattfinden, auch ohne dass sich Fachdisziplinen und Forschungseinrichtungen intellektuell erneuern. Insbesondere Umwandlungsprozesse dürften scheiternsanfällig sein, weil diese intellektuellen Wandel ohne substanzielle Veränderungen im institutionellen Gefüge erfordern.

Aus unserem Beitrag folgt auch nicht, dass institutioneller Wandel in der Forschung generell oder ausschließlich durch kognitive Dynamik ausgelöst wird. Am Beispiel der AdW-Transformation und der Biologie in Manchester wurde deutlich, dass institutioneller Wandel auch durch das unmittelbare politische Umfeld der Forschung hervorgerufen werden kann. Die Analyse institutionell induzierten Wandels der Forschung ist ebenso wichtig wie die Analyse der institutionellen Erneuerung in Folge von intellektuellen Innovationen.

Was ist der Ertrag unseres Beitrags? Wir hoffen, dass deutlich geworden ist, dass die Vorstellung, institutionelle Erneuerung der Forschung sei einzig und allein ein Prozess segmentärer Differenzierung und disziplinärer Spezialisierung, nicht ausreicht, um das ganze Spektrum an institutioneller Erneuerung adäquat zu erfassen. Die von uns vorgeschlagene Erweiterung der differenzierungstheoretischen Perspektive um die systematische Berücksichtigung kombinierter Aufbau-Rückbau-Prozesse führt zu einer Heuristik, die alle wesentlichen Wandlungsprozesse in der Forschung analytisch erfasst (Abb. 1). Mithilfe der Heuristik gelingt es uns, an sich sehr heterogene Beispiele aus verschiedenen Perioden der Wissenschaftsgeschichte aufeinander zu beziehen und sinnvoll zu vergleichen. Aus dem Vergleich der Beispiele haben wir zudem für die institutionelle Erneuerung bedeutsame Variablen identifiziert: Typen intellektuellen Wandels, Ressourcenkontext und Vetopotenzial des Establishments.

Zugleich haben wir mit der Organisationsebene eine für die Konfliktaustragung zwischen innovativen und beharrenden Kräften zentrale Arena in die Analyse aufgenommen. An allen vier wissenschaftshistorischen Beispielen wurde die enge Verknüpfung der disziplinären und organisationalen Ebene deutlich. Die Analyse der institutionellen Erneuerung der Forschung bedarf einer Perspektive, in der Fachdisziplinen und Fachkulturen auf der einen Seite und Forschungsorganisationen und ihr institutionelles Umfeld auf der anderen Seite systematisch aufeinander bezogen werden.

Unsere Heuristik stellt einen konzeptuellen Zugewinn dar, weil sie Erscheinungsformen der institutionellen Erneuerung auf verschiedenen Zeitskalen und Aggregationsebenen erfassen kann. Das Beispiel der Molekularbiologie in Manchester lässt sich in einer langfristigen Perspektive als Verdrängung interpretieren. Legt man der Analyse jedoch kürzere Zeitskalen zugrunde, dann kann der Verdrängungsprozess auch als Abfolge von Prozessen der Auflösung und der Aufschichtung aufgefasst werden. Das Beispiel des SLAC Linear Accelerator

Laboratory beinhaltet sowohl einen Aufschichtungsprozess als auch einen Umwandlungsprozess, die zeitlich aufeinander folgen. Schließlich zeigt das Beispiel der AdW-Transformation, dass eine Forschungseinrichtung auf der Makroebene aufgelöst wird, während auf der Mesoebene einzelne Institute durch Fusionen oder Eingliederungen umgewandelt werden.

Es bleibt zu erwähnen, dass die diskutierte Heuristik der Ausgangspunkt für umfassende quantitative Analysen von Forschungsdurchbrüchen in der Chemie und Physik sind, mithilfe der wir die Erneuerungsfähigkeit des amerikanischen Forschungssystems mit dem deutschen vergleichen. Gleichzeitig bilden die hier niedergelegten Überlegungen den Startpunkt für mehrere detaillierte qualitative Fallstudien in ausgewählten deutschen und amerikanischen Großforschungseinrichtungen. Über Ergebnisse aus diesen empirischen Untersuchungen werden wir in zukünftigen Publikationen berichten.

Literatur

- Ben-David, Joseph (1971): *The Scientist's Role in Society. A Comparative Study*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall
- Bourdieu, Pierre (1975): The specificity of the scientific field and the social conditions of the progress of reason. In: *Social Science Information* 14, 19-47
- Burt, Ronald S. (2004): Structural holes and good ideas. In: *American Journal of Sociology* 110, 349-399
- Cantwell, Katherine (1994): The Stanford Synchrotron Radiation Laboratory – 20 years of synchrotron light. In: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A* 347, 44-48
- Cho, Adrian (2009): For a Famous Physics Laboratory, a Quick and Painful Rebirth. In: *Science* 326, 221-223
- Crane, Diana (1997): Globalization, organizational size, and innovation in the French luxury fashion industry. Production of culture theory revisited. In: *Poetics* 24, 393-414
- DiMaggio, Paul J./Stenberg, Kristen (1985a): Conformity and diversity in the American resident stage. In: Balfe, Judith/Wyszomirski, Margaret J. (Hrsg.): *Art, Ideology and Politics*. New York: Praeger, 116-139
- DiMaggio, Paul J./Stenberg, Kristen (1985b): Why do some theatres innovate more than others? In: *Poetics* 14, 107-122
- Dowd, Timothy J./Liddle, Kathleen/Lupo, Kim/Borden, Anne (2002): Organizing the Musical Canon: The Repertoires of Major U.S. Symphony Orchestras, 1842 to 1969. In: *Poetics* 30, 35-61
- Fagerberg, Jan (2005): Innovation. A Guide to the Literature: 1-26. In: Fagerberg, Jan/Mowery, David C./Nelson, Richard R. (Hrsg.): *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: OUP

- Fleming, Lee/Mingo, Santiago/Chen, David (2007): Collaborative Brokerage, Generative Creativity, and Creative Success. In: *Administrative Science Quarterly* 52, 443-475
- Gillwald, Kathrin (2000): *Konzepte sozialer Innovation*. WZB Paper P00-519, Berlin
- Guetzkow, Joshua/Lamont, Michelle/Mallard, Gregoire (2004): What is Originality in the Humanities and the Social Science? In: *American Sociological Review* 69, 190-212
- Hallonsten, Olof (2009): *Small Science on Big Machines. Politics and Practices of Synchrotron Radiation Laboratories*. Doctoral Dissertation. Research Policy Institute, University of Lund, Sweden
- Heinze, Thomas/Shapira, Philip/Rogers, Juan/Senker, Jacqueline (2009): Organizational and institutional influences on creativity in scientific research. In: *Research Policy* 38, 610-623
- Heinze, Thomas/Shapira, Philip/Senker, Jacqueline/Kuhlmann, Stefan (2007): Identifying Creative Research Accomplishments: Methodology and Results for Nanotechnology and Human Genetics. In: *Scientometrics* 70, 125-52
- Hirschman, Albert O. (1970): *Exit, Voice, and Loyalty. Responses to Decline in Firms, Organizations, and States*. Cambridge: Harvard University Press
- Hollingsworth, J. Rogers (2004): Institutionalizing excellence in biomedical research: The case of Rockefeller University. In: Stapleton, Darwin H. (Hrsg.): *Creating a Tradition of Biomedical Research. Contributions to the History of the Rockefeller University*. New York: RUP, 17-63
- Hollingsworth, J. Rogers (2006): A Path-Dependent Perspective on Institutional and Organizational Factors Shaping Major Scientific Discoveries. In: Hage, Jerald/Meeus, Marius (Hrsg.): *Innovation, Science, and Institutional Change*. Oxford: Oxford University Press, 423-442
- Kay, Lily E. (1993): *The Molecular Vision of Life: Caltech, the Rockefeller Foundation, and the Rise of the New Biology*. Oxford: Oxford University Press
- Kohler, Robert E. (1991): *Partners in Science: Foundations and Natural Scientists 1900-1945*. Chicago: University of Chicago Press
- Kremp, Pierre-Antoine (2010): Innovation and Selection. Symphony Orchestras and the Construction of the Musical Canon in the United States (1879-1959). In: *Social Forces* 88, 1051-1082
- Kuhn, Thomas S. (1970): *The Structure of Scientific Revolutions*, 2nd enlarged Edition. Chicago: Chicago University Press
- Kuhn, Thomas S. (1987): *Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity, 1894-1912*. Chicago/London: Chicago University Press
- Lengwiler, Martin (2006): Between charisma and heuristics: four styles of interdisciplinarity. In: *Science and Public Policy* 33, 423-434
- Liebeskind, Julia/Porter, Amalya/Lumerman Oliver/Zucker, Lynne/Brewer, Marilynn (1996): Social Networks, Learning, and Flexibility: Sourcing Scientific Knowledge in New Biotechnology Firms. In: *Organization Science* 7, 428-443
- Mahoney, James/Thelen, Kathleen (Hrsg.) (2010): *Explaining Institutional Change: Ambiguity, Agency, and Power*. Cambridge: Cambridge University Press
- Mayntz, Renate (1994): *Deutsche Forschung im Einigungsprozess: Die Transformation der Akademie der Wissenschaften der DDR 1989-1992*. Frankfurt am Main/New York: Campus Verlag

- Mittelstraß, Jürgen (2002): Transdisciplinarity – New Structures in Science. In: Max-Planck-Gesellschaft (Hrsg.): *Innovative Structures in Basic Research*. München: Max-Planck-Gesellschaft
- Panofsky, Wolfgang K. H. (1992): SLAC and Big Science: Stanford University. In: Galison, Peter/Hevly, Bruce (Hrsg.): *Big Science – The Growth of Large-Scale Research*. Stanford, CA: Stanford University Press, S. 129-146
- Powell, Walter W./Koput, Kenneth W./Smith-Doerr, Laurel (1996): Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology. In: *Administrative Science Quarterly* 41, 116-45
- Rafols, Ismael/Meyer, Martin (2007): How cross-disciplinary is bionanotechnology? Explorations in the speciality of molecular motors. In: *Scientometrics* 70, 633-650
- Rogers, Everett M. (2003): *Diffusion of Innovations*. New York: Free Press
- Servos, John W. (1990): *Physical Chemistry from Ostwald to Pauling. The Making of a Science in America*. Princeton NJ: Princeton University Press
- Streeck, Wolfgang (2009): *Re-Forming Capitalism. Institutional Change in the German Political Economy*. Oxford/New York: Oxford University Press
- Streeck, Wolfgang/Thelen, Kathleen (2005): Introduction: Institutional Change in Advanced Political Economies. In: Streeck, Wolfgang/Thelen, Kathleen (Hrsg.): *Beyond Continuity. Institutional Change in Advanced Political Economies*. Oxford/New York: Oxford University Press, 1-39
- Thelen, Kathleen (2003): How Institutions Evolve. Insights from Comparative Historical Analysis. In: Mahoney, James/Rueschemeyer, Dietrich (Hrsg.): *Comparative Historical Analysis in the Social Sciences*. New York: Cambridge University Press, 208-240
- Tushman, Michael L./Anderson, Philipp (1986): Technological Discontinuities and Organizational Environments. In: *Administrative Science Quarterly* 31, 439-465
- Tushman, Michael L./Rosenkopf, Lori (1992): Organizational Determinants of Technological Change. Toward a Sociology of Technological Evolution. In: *Research in Organizational Behavior* 14, 311-347
- Uzzi, Brian/Spiro, Jarret (2005): Collaboration and creativity. The small world problem. In: *American Journal of Sociology* 111, 447–504
- Whitley, Richard (1984): *The Intellectual and Social Organization of the Sciences*. Oxford: Oxford University Press
- Wilson, Duncan (2008): *Reconfiguring Biological Sciences in the Late Twentieth Century. A Study of the University of Manchester*. Manchester, Faculty of Life Sciences: University of Manchester
- Zapf, Wolfgang (1989): Über soziale Innovationen. In: *Soziale Welt* 40, 170-183