

Zyklen der Bildungsexpansion 1870–1990

Ergebnisse der Spektralanalyse

Paul Windolf

Institut für Soziologie, Universität Heidelberg, Sandgasse 9, D-6900 Heidelberg 1

Zusammenfassung: Die Expansion der Universitäten zwischen 1870 und 1985/90 wird für fünf Länder analysiert (Deutschland, Italien, Frankreich, USA und Japan). Zwei Hypothesen, die das Wachstum erklären, werden getestet: Die Humankapital-Theorie und die Theorie der individuellen Statuskonkurrenz. Die Analyse konzentriert sich auf die Interaktion zwischen dem Bildungssystem und dem Wirtschaftssystem, insbesondere während einer ökonomischen Krise. Die Spektralanalyse wird als statistisches Verfahren benutzt, um den zyklischen Charakter der Expansion und die Beziehung zwischen Wirtschaftswachstum und Bildungsexpansion zu untersuchen. Für die europäischen Länder (Deutschland, Italien, Frankreich) wird die Theorie der individuellen Statuskonkurrenz bestätigt (antizyklische Beziehung). In den USA und Japan dominiert eine prozyklische Beziehung zwischen Bildungs- und Wirtschaftssystem (Humankapital-Theorie).

1. Zyklus und Struktur

Mit der Industrialisierung, der Verbreitung des Kapitalismus und den regelmäßig wiederkehrenden Wirtschaftskrisen hat sich das Interesse der Sozialwissenschaft dem *zyklischen* Charakter ökonomischer und politischer Prozesse zugewandt. Juglar (1889) publizierte bereits im 19. Jahrhundert eine empirische Studie über die Konjunkturzyklen in Frankreich, Großbritannien und in den USA. Pareto spekulierte in seinem „Trattato di sociologia“ über die periodische Wiederkehr von Glaube und Skeptizismus, die einander ablösend die Wertorientierungen einer Gesellschaft bestimmen.¹ Dehio (1948) hat in einer Studie über die europäischen Hegemonialkriege festgestellt, daß der Ausbruch der großen Kriege einer zyklischen Bewegung folgt, deren Dynamik durch das Streben nach Gleichgewicht bzw. Hegemonie bestimmt wird.

Zyklen sind mehr als bloße Fluktuationen. Fluktuationen sind Zufallsschwankungen ohne erkennbares Muster. Zyklen hingegen sind regelmäßig wiederkehrende Auf- und Abschwünge, vergleichbar den Bewegungen eines Pendels mit gleichförmiger und innerhalb gewisser Fehlergrenzen auch meßbarer Schwingungsdauer. Gesellschaftliche Prozesse, die einen zyklischen Charakter haben, folgen einem Strukturmuster, das im Zeitablauf konstant bleibt und berechenbar ist. Die Analyse ökonomischer und politischer Konjunkturen verfolgt das Ziel, diese Strukturen sichtbar zu machen und ihre Ursachen zu erklären (Wallerstein 1984: 559).

¹ „In history a period of faith will be followed by a period of scepticism, which will in turn be followed by another period of faith, this by another period of scepticism, and so on“ (Pareto 1983: 1692).

Kondratieffs (1926) Konzept der „langen Wellen“ ist das prominenteste Beispiel für eine langfristige Zyklustheorie. Die Expansion kapitalistischer Wirtschaftssysteme wird durch regelmäßig wiederkehrende Krisen unterbrochen, die sich im Abstand von 50 bis 60 Jahren wiederholen und vom Beginn der Industrialisierung bis in die Gegenwart nachweisbar sind. Die Krisen sind ein internationales Phänomen und treffen alle kapitalistischen Industriestaaten mehr oder weniger gleichzeitig. Angeregt durch Kondratieffs Untersuchung wurden viele ökonomische Indikatoren daraufhin überprüft, ob sich in ihnen lange Wellen als dominantes Strukturmuster finden lassen (Ewijk 1982; Metz 1984). Auch der Wandel politischer Ideologien wurde analysiert, um die zyklische Wiederkehr von Liberalismus und Konservatismus nachzuweisen. Für die USA und Großbritannien haben Namenwirth (1973) und Weber (1981) gezeigt, daß Konservatismus, Traditionalismus, Liberalismus und Internationalismus einen „politischen Zyklus“ bilden, der sich im Abstand von 50 bis 60 Jahren wiederholt und parallel zu Kondratieffs langen Wellen verläuft (Bürklin 1987). Die im Konzept der langen Wellen angelegte Möglichkeit, die *langfristigen* Wandlungsprozesse kapitalistischer Gesellschaften zu analysieren, hat ihre Faszinationskraft bis in die Gegenwart nicht verloren (zusammenfassend Goldstein 1988; Spree 1991).

Die Annahme, daß historische Prozesse durch langfristige Zyklen determiniert werden, ist jedoch aus verschiedenen Gründen auf Ablehnung gestoßen. Kritisiert wurde vor allem, daß Kondratieff und seine Nachfolger (Schumpeter 1939; Mandel 1980) eine *Erklärung* für den langfristigen Charakter der Zyklen schuldig geblieben sind. Unbestritten ist, daß es wirtschaftliche Konjunkturen gibt

und daß Krise und Prosperität einander ablösen. Aber warum Krisen gerade in einem Abstand von 50 bis 60 Jahren aufeinander folgen sollten, dafür gibt es – so die Mehrheit der Ökonomen – keine plausiblen Gründe (Kuznets 1940; Garvy 1943; Eklund 1980). Weder aus dem Charakter der technologischen Innovation noch aus der Lebensdauer langlebiger Investitionsgüter lassen sich lange Wellen mit einer Dauer von 50 bis 60 Jahren schlüssig ableiten. Lange Wellen können bestenfalls deskriptive Evidenz beanspruchen. In vielen Fällen sind sie nichts weiter als statistische Artefakte (Slutzky 1937).

Kondratieffs „lange Wellen“ sind auch aus einer methodologischen Perspektive kritisiert worden. Popper (1972: 298) hat in seiner Kritik am Historizismus auf den dynamischen Charakter der Wissenschaft hingewiesen: Wir können heute noch nicht wissen, was wir morgen wissen. Da unser zukünftiges Wissen aber den Verlauf der Geschichte beeinflussen wird, können wir keine langfristigen Prognosen aufstellen. Wer behauptet, daß Kriege und Krisen im Abstand von 50 bis 60 Jahren wiederkehren – und zwar mit „gesetzmäßiger“ Notwendigkeit – leugnet den Einfluß der Politik und die Möglichkeit einer rationalen Steuerung der Gesellschaft. Max Weber hielt Theorien, die beanspruchen, „objektive Gesetze des geschichtlichen Verlaufs ... entdeckt zu haben, für Schwindel“ (Mommsen 1974: 258).

Mit Hilfe der Keynesianischen Wirtschaftspolitik gelang es nach dem Zweiten Weltkrieg, die Ökonomie in den westlichen Industriestaaten auf stabilem Wachstumspfad zu halten. Ökonomische Krisen schienen endgültig der Vergangenheit anzugehören. Um das Konzept der langen Wellen wurde es still, und Kondratieff geriet in Vergessenheit. Die Wirtschaftskrise der achtziger Jahre, die zu einem dramatischen Anstieg der Arbeitslosigkeit geführt hat, folgte in einem Abstand von fast genau 50 Jahren auf die Weltwirtschaftskrise. Seither hat das Konzept der langen Wellen wieder Konjunktur, und Kondratieff ist ein häufig zitiertes Name (Petzina/Roon 1981; Bornschie/Suter 1990).

2. Autonomie oder Interdependenz?

Mit der Zeitreihenanalyse, die in den folgenden Abschnitten vorgestellt wird, soll nicht erneut die Existenz langer Wellen nachgewiesen werden. Die Untersuchung zyklischer Schwankungen soll vielmehr die Frage beantworten, ob zwei soziale Systeme unabhängig von einander ihren jeweils sy-

stemspezifischen Konjunkturen folgen oder ob sie sich wechselseitig beeinflussen. Diese Problemstellung soll am Beispiel des Bildungs- und Wirtschaftssystems analysiert werden (Titze 1990).

Mit Hilfe der Spektralanalyse ist es möglich, die Schwingungsdauer der konjunkturellen Schwankungen zu berechnen. Die Universitäten expandierten z. B. während der letzten hundert Jahre in zyklischen Bewegungen, die in vielen Ländern eine Schwingungsdauer zwischen 20 und 40 Jahren hatten.² Während dieses Zeitraums wurde ein vollständiger Zyklus, bestehend aus Hochkonjunktur und Stagnation, durchlaufen. Die Analyse konzentriert sich auf die *Beziehung* der zyklischen Schwankungen in verschiedenen sozialen Systemen. Wenn sich zeigen läßt, daß das Wirtschaftssystem und das Bildungssystem in Zyklen von annähernd gleicher Schwingungsdauer expandieren, ist zu vermuten, daß zwischen beiden Systemen eine kausale Beziehung besteht. Als Indikator für die konjunkturellen Schwankungen des ökonomischen Systems wurde das Sozialprodukt gewählt. Die Zahl der Studenten an den Universitäten dient als Indikator für die Expansion des Bildungssystems.³

Selbst wenn beide Systeme mit gleicher Schwingungsdauer expandieren, ist damit die kausale Richtung noch nicht bestimmt. Die ökonomische Theorie hat Hypothesen entwickelt, die eine Beeinflussung in beiden Richtungen als plausibel er-

² Der Generationenwechsel (Zyklen von 20 bis 30 Jahren) könnte einen Einfluß auf die zyklische Expansion der Universität haben. Akademikerkinder haben eine höhere Bildungsquote als Arbeiterkinder. Wenn aufgrund einer einmal in Gang gesetzten Bildungsexpansion Arbeiterkinder die Chance hatten zu studieren, sind deren Kinder keine Arbeiterkinder mehr, sondern Akademikerkinder mit entsprechend höherer Bildungsquote. Dieser Zusammenhang läßt sich an einem Beispiel empirisch rekonstruieren: Das GI-Gesetz verhalf einem hohen Anteil der aus dem Zweiten Weltkrieg zurückkehrenden amerikanischen Soldaten zu einem Studium an einem College (vgl. den „peak“ in Abbildung 4 um das Jahr 1950). Ca. 20 Jahre später reproduziert sich diese Bildungskonjunktur – wenn auch in abgeschwächter Form – in einem erneuten Bildungsboom (1970–72, Abbildung 4). Vgl. zum „GI-Gesetz“ Jencks/Riesman (1977: 280f.).

³ Es gibt natürlich viele alternative Indikatoren, die für die Konjunkturen im Wirtschafts- bzw. Bildungssystem benutzt werden könnten (z. B. die Arbeitslosenrate, die Expansion des sekundären Bildungswesens usw.). Aus Platzgründen beschränkt sich die hier vorgelegte Analyse auf die Expansion der Universitäten und auf das Sozialprodukt.

scheinen läßt: Das Wirtschaftswachstum und der technische Fortschritt induzieren eine Nachfrage nach qualifizierten Fachkräften, die ihrerseits die Expansion der Universitäten stimuliert. In diesem Fall würde das Wirtschaftssystem den expansiven Pfad des Bildungssystems stark beeinflussen. Es ist aber auch argumentiert worden, daß eine (autonome) Expansion der Hochschulen eine wachstumsfördernde Wirkung für das Wirtschaftssystem hat, allerdings mit einer erheblichen Zeitverzögerung. Die Absolventen des Hochschulsystems werden in das Wirtschaftssystem integriert und bewirken dort aufgrund ihrer hohen (technischen) Qualifikationen ein beschleunigtes Wirtschaftswachstum (Hage et al. 1988; Walters 1984).

Um zwischen diesen konkurrierenden Hypothesen zu entscheiden, muß nicht nur die Schwingungsdauer der Zyklen berechnet werden, sondern auch ihre Phasenverschiebung, d.h. ihre präzise Lokalisierung auf der Zeitachse. Wenn sich z.B. nachweisen läßt, daß die Expansion der Universitäten dem Wirtschaftswachstum mit einer Zeitverzögerung von zwei bis drei Jahren folgt, ist zu vermuten, daß die Universitäten sich den Konjunkturen des Wirtschaftssystems anpassen. Die Phasen beschleunigten Wachstums, die von Perioden des „cooling out“ abgelöst werden, wären Reaktionen auf antizipierte Beschäftigungschancen.

Die zwei wichtigsten Parameter der nachfolgenden Analyse sind die *Schwingungsdauer* der Zyklen und die *Phasenverschiebung*. Ein Vergleich der Schwingungsdauer in zwei oder mehreren sozialen Systemen zeigt, ob es überhaupt sinnvoll ist, eine Parallelität der konjunkturellen Bewegung anzunehmen oder ob nicht vielmehr beide Systeme autonom einem jeweils eigenen Wachstumspfad folgen. Ist die Schwingungsdauer annähernd gleich, muß festgestellt werden, in welcher Weise die zyklischen Schwingungen zeitlich verschoben sind.

Wie das folgende Beispiel zeigt, läßt sich diese Analyse auf die Beziehung zwischen beliebigen Systemen übertragen, vorausgesetzt, geeignete Daten in Form langer Zeitreihen stehen zur Verfügung. Die Frage, ob die Gewerkschaften die Inflationsrate beeinflussen, hat z.B. immer wieder Kontroversen zwischen Wissenschaft und Politik ausgelöst. Bain/Elsheikh (1976: 62) haben in einer Untersuchung über die britischen Gewerkschaften die Hypothese vertreten, daß Arbeiter, deren Einkommen durch Inflation bedroht wird, einer Gewerkschaft beitreten, um ihr Realeinkommen zu sichern. Die Regressionsanalyse für den Zeitraum

1893–1970 ergibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Inflationsrate und dem Organisationsgrad der Gewerkschaften. Bain interpretiert diesen Zusammenhang in folgender Weise: Zuerst steigen die Preise, dann steigt der gewerkschaftliche Organisationsgrad der Arbeiter (in Reaktion auf das bedrohte Realeinkommen), und zuletzt steigen die Löhne.

Die Spektralanalyse zeigt jedoch, daß die drei Zeitreihen (Organisationsgrad, Löhne, Preise) in einer Weise zeitverschoben sind, die mit Bains Hypothese nicht vereinbar ist.⁴ Die Schwingungsdauer der zyklischen Schwankungen beträgt für alle drei Indikatoren in Großbritannien ca. 30 Jahre. Dieser Befund bestätigt die von Bain gefundenen signifikanten Regressionskoeffizienten. Die Analyse der Phasenverschiebung ergibt jedoch, daß der gewerkschaftliche Organisationsgrad „voraus-eilt“. Es folgen die Nominallöhne und Preise in einem Abstand von ca. vier Jahren. Diese Verortung der zyklischen Schwankungen läßt vermuten, daß zunächst die Gewerkschaften an Einfluß gewinnen, und daß sie ihre gestiegene Macht in Tarifverhandlungen erfolgreich einsetzen können. Die steigenden Löhne werden von den Unternehmen direkt und ohne Zeitverzögerung auf die Preise abgewälzt. Eine Analyse der Phasenverschiebung führt in diesem Fall zu Ergebnissen, die den etablierten Hypothesen der Gewerkschaftsforschung widersprechen.

3. Trend, Zyklus, Zufall

Abbildung 1 (alle Abbildungen im Anhang) zeigt die langfristige Entwicklung der Bildungsquoten⁵ in Deutschland und in den USA zwischen 1870 und 1985. Die beiden Zeitreihen lassen deutliche Unterschiede hinsichtlich der *Wachstumsgeschwin-*

⁴ Diese vorläufigen Ergebnisse stammen aus einer Untersuchung über die zyklischen Schwankungen der gewerkschaftlichen Mitgliedschaft, die am Institut für Soziologie der Universität Heidelberg durchgeführt wird. Für Großbritannien wurden insgesamt 7 Filter benutzt (4 Polynome, 3 Hochpaßfilter). Die Schwingungsdauer der Gewerkschaftsdichte bleibt über alle Filter stabil (29,4 Jahre). Die Schwingungsdauer der Löhne und Preise variiert je nach Filter. Löhne und Preise schwingen jedoch bei allen Filtern mit gleicher Schwingungsdauer ohne Phasenverschiebung. Die im Text angegebenen Schwingungsdauern erhält man, wenn als Filter ein 5. Polynom benutzt wird.

⁵ Ein genauer Quellennachweis ist auf Anfrage vom Autor erhältlich.

digkeit erkennen, und zwar sowohl zwischen zwei Ländern als auch zwischen verschiedenen Perioden. Vor dem Ersten Weltkrieg waren die Wachstumsraten relativ moderat, und die Universitäten in Deutschland und in den USA expandierten im Gleichschritt. In der Zwischenkriegszeit gleicht das Bild der Zeitreihe für Deutschland einer Fieberkurve, in der sich die ökonomischen und politischen Katastrophen der Weimarer Republik spiegeln. Der plötzliche Rückgang der Bildungsquote nach 1921 ist zum überwiegenden Teil durch die Hyperinflation verursacht worden, die das Vermögen des Mittelstandes dezimierte. Der Rückgang der Bildungsquote nach 1933 wurde durch die Nationalsozialisten erzwungen, die für die Universitäten einen Numerus clausus verordneten (Windolf 1990). Während die amerikanischen Universitäten kontinuierlich expandierten, fiel die Bildungsquote in Deutschland auf das Niveau von 1913 zurück. Erst in den sechziger Jahren holte die Bundesrepublik nach, was in den USA bereits in der Zwischenkriegszeit verwirklicht wurde. Seit Beginn der siebziger Jahre hat sich die Wachstumsgeschwindigkeit in den USA verlangsamt, so daß sich die Bildungsquoten in beiden Ländern annähern.⁶

Eine Zeitreihe, wie sie in Abbildung 1 aufgezeichnet wurde, kann in drei Komponenten zerlegt werden: einen Trend, einen Zyklus und eine dritte Komponente, die man als „Zufall“ oder „Störung“ bezeichnen kann (Borchardt 1977). Unter dem *Trend* versteht man eine langfristige, häufig säkulare Tendenz, die einem Wachstumsprozeß zugrunde liegt. Mit dem Trend sollen jene Kräfte identifiziert werden, die die Universitäten seit mehr als hundert Jahren fast ununterbrochen auf Wachstumskurs gehalten haben. Trotz massiver „Störungen“ und kurzfristiger Stagnation ist die Bildungsexpansion kontinuierlich und unaufhaltsam vorangeschritten. In Deutschland wurde durch die bei-

den Weltkriege und durch die Turbulenzen der Zwischenkriegszeit eine Entwicklung nur verzögert, die sich nach dem Zweiten Weltkrieg mit erhöhter Geschwindigkeit durchsetzte.

Der *Zyklus* beschreibt eine regelmäßige, wellenförmige Bewegung entlang eines Trends (vgl. Abbildungen 2–4, Residuen). Mit der Einführung eines Zyklus wird berücksichtigt, daß Bildungsinstitutionen nicht kontinuierlich, sondern in Wellenbewegungen wachsen. Expansion, Stagnation und erneute Expansion lösen einander ab. Es wird unterstellt, daß die Zyklen eine *regelmäßig* wiederkehrende Konjunktur beschreiben und eine konstante, innerhalb gewisser Fehlergrenzen meßbare Schwingungsdauer haben.

Die dritte Komponente einer Zeitreihe („Zufall“) ist natürlich eine Residualkategorie. Zunächst wird von den Originaldaten der Zeitreihe der Trend subtrahiert. Als Ergebnis erhält man die Residuen. Die Residuen werden durch eine harmonische Schwingung angenähert (vgl. dazu Abbildung 3). Subtrahiert man von den Residuen die Schätzwerte, die mit Hilfe einer Sinus-Kurve berechnet wurden, erhält man als Rest den „Zufall“.

Sowohl das Bildungssystem als auch das Wirtschaftssystem sind während der letzten hundert Jahre mehr oder weniger kontinuierlich expandiert. Der Trend, der diese expansive Tendenz zum Ausdruck bringt, läßt nicht erkennen, ob und in welcher Weise Bildungs- und Wirtschaftssysteme sich wechselseitig beeinflusst haben. Er zeigt nur, daß aufgrund der fortschreitenden Industrialisierung und Modernisierung die Universitäten und die Wirtschaft auf parallelen Pfaden expandierten. Erst die zyklischen Schwankungen zeigen die Dynamik des Wachstumsprozesses. In den Zyklen wird die unterschiedliche *Wachstumsgeschwindigkeit* sichtbar, mit der die Systeme expandierten. Wenn zwei Systeme pari passu über einen langen Zeitraum einer zyklischen Bewegung folgen, d.h. wenn ihre Wachstumsgeschwindigkeit im Gleichschritt zu- und abnimmt, ist zu vermuten, daß sie sich entweder beeinflussen oder gemeinsam von einem dritten System abhängig sind, das den Wachstumsprozeß steuert. Die Analyse in Abschnitt 5 und 6 konzentriert sich daher auf die *zyklische* Komponente der Zeitreihen.

4. Konkurrierende Theorien der Bildungsexpansion

In diesem Abschnitt werden drei konkurrierende Theorien vorgestellt, die von der Bildungsfor-

⁶ Abbildung 1 zeigt deutlich, daß die Strukturmuster der Expansion vor dem Ersten Weltkrieg, in der Zwischenkriegszeit und nach dem Zweiten Weltkrieg jeweils stark voneinander abweichen. Es wäre sinnvoll, jede Periode getrennt zu analysieren, da anzunehmen ist, daß Trend, Schwingungsdauer und Phasenverschiebung in jeder Periode unterschiedlich sind (Borchardt 1977). Die Spektralanalyse, die mit weniger als 100 Beobachtungspunkten nicht durchgeführt werden sollte, kann auf dieses Problem nicht angewandt werden. Auf alternative Analyseinstrumente wird hier aus Platzgründen verzichtet (vgl. Isaac/Griffin 1989). Die Trendbrüche nach dem Ersten und nach dem Zweiten Weltkrieg können jedoch in gewissem Umfang durch ein Polynom höheren Grades angenähert werden (Wendepunkte).

schung bisher systematisch entwickelt wurden und aus denen sich Hypothesen über die wechselseitige Beziehung zwischen Bildungs-, Wirtschafts- und politischem System ableiten lassen.

Verschiedene Vertreter der *Humankapital-Theorie* behaupten, daß die Universitäten im Gleichschritt mit dem Wirtschaftswachstum und dem technischen Fortschritt expandieren und den gesellschaftlichen Bedarf an wissenschaftlichen Qualifikationen decken (Freeman 1976). Es gibt eine einfache Marktbeziehung zwischen den Nachfrage nach qualifizierten Fachkräften und der Expansion der Universitäten: In Zeiten wirtschaftlicher Expansion werden die Universitäten wachsen; in Zeiten der ökonomischen Krise wird die Zahl der Studenten zurückgehen. In diesem Modell werden Arbeitsmarkt und Universität als sich wechselseitig regulierende Systeme betrachtet. Die Expansion wird nicht endlos weitergehen, sondern wird durch die tatsächliche Nachfrage nach Fachqualifikationen begrenzt. Zwar sind auch in diesem Modell Perioden der Über- bzw. Unterversorgung vorgesehen, aber langfristig werden Bildungssystem und Arbeitsmarkt sich einem Gleichgewicht nähern. Die treibenden Kräfte des Wachstums liegen nicht im Bildungssystem selbst, sondern *außerhalb*, nämlich im Wirtschaftssystem. Das Bildungssystem reagiert nur auf die Nachfrage des Arbeitsmarktes.

Bereits um die Jahrhundertwende bestritt der preußische Statistiker Eulenburg (1904: 256), daß sich die Expansion der Hochschulen in dieser Weise auf konjunkturelle Zyklen zurückführen läßt – wie es die Vertreter der Humankapital-Theorie sechzig Jahre später immer noch behaupteten. Er stützte seine Skepsis auf die folgende Beobachtung: „Und zwar haben günstige Wirtschaftsverhältnisse die Tendenz, den Universitätsbesuch einzudämmen, ungünstige dagegen die umgekehrte, ihn anschwellen zu lassen.“ Diese Beobachtung war nur schwer mit Modernisierungstheorien in Übereinstimmung zu bringen, die die Expansion der Hochschulen auf den wachsenden Qualifikationsbedarf der Industrie zurückgeführt hatten.

Wenn Eulenburgs Behauptung zutrifft, muß eine plausible Erklärung dafür gefunden werden, warum nicht das Wirtschaftswachstum, sondern gerade die Krise die Bildungsexpansion beschleunigt. Zu Beginn der siebziger Jahre wurde dieses Problem angesichts einer chronischen Überproduktion von Hochschulabsolventen wieder aufgegriffen. Es wurde argumentiert, daß die Bildungsentscheidungen der individuellen Akteure für die Ge-

samtgesellschaft langfristig unerwünschte Nebenfolgen haben. Die Bildungsexpansion wird nicht durch einen wie auch immer definierten Bedarf begrenzt, sondern entwickelt wegen der sich wechselseitig überbietenden *Statuskonkurrenz* eine nur schwer zu kontrollierende Dynamik. Wenn in meritokratischen Gesellschaften der Bildungsabschluß zu einer wichtigen Voraussetzung für sozialen Aufstieg und Berufskarriere wird, verhalten sich die Individuen entsprechend der Logik des Wettrüstens: Je mehr, desto besser. Vom Standpunkt des Individuums erscheint zunächst rational, was für die Gesamtgesellschaft zunehmend irrational wird. Die unkontrollierten Bildungsaspirationen bewirken eine chronische Überversorgung des Marktes mit Hochschulabsolventen; das Bildungssystem entfernt sich immer weiter von einem Gleichgewichtszustand (Boudon 1979; Collins (1971).

Die Humankapital-Theorie und Theorien der Statuskonkurrenz schließen sich nicht notwendigerweise aus. Ein Individuum, das möglichst viele „Berechtigungen“ erwirbt, um seine Konkurrenzsituation zu verbessern, kann damit zugleich die Nachfrage nach Fachqualifikationen befriedigen. Allerdings ist offensichtlich, daß für Perioden wirtschaftlicher Depression und hoher Arbeitslosigkeit unterschiedliche Prognosen formuliert werden. Humankapital-Theorien werden einen Rückgang der Studentenzahlen prognostizieren, während Theorien der Statuskonkurrenz voraussagen, daß die Expansion weitergeht oder sich sogar beschleunigt. Gerade in Zeiten hoher Arbeitslosigkeit werden Jugendliche verstärkt auf die Universitäten strömen, um sich in einem überfüllten Arbeitsmarkt Konkurrenzvorteile zu verschaffen. Die Wirtschaftskrisen des 19. und 20. Jahrhunderts (Große Depression 1880–95; Weltwirtschaftskrise 1929–35; Wirtschaftskrise der achtziger Jahre) können als „natürliche Experimente“ betrachtet werden, die zeigen, in welcher Weise ökonomische Konjunkturen das Wachstum der Universitäten beeinflußt haben (Titze 1990).

Eine dritte Theorie, die hier als „*politische*“ Theorie der Bildungsexpansion bezeichnet wird, behauptet, daß die Bildungsexpansion durch ökonomische Zyklen entweder überhaupt nicht oder nur unzureichend erklärt werden kann. Der Ausgangspunkt ist wiederum die Konkurrenz, aber nicht die Konkurrenz einzelner Individuen, sondern die *kollektive* Konkurrenz der sozialen Gruppen um politische und kulturelle Emanzipation und um Beteiligung am politischen Entscheidungsprozeß. Universitäten vermitteln nicht nur berufliche Aus-

bildung und sie sind nicht nur „Beförderungsmaschinen“. Der Kampf um das Zugangsrecht zur Universität ist Teil der kollektiven Auseinandersetzung um politische und kulturelle Hegemonie (Windolf 1990). Im 19. Jahrhundert war die Universität eine Waffe in der Hand des Bürgertums gegen den Adel, im 20. Jahrhundert war sie eine Waffe der Arbeiter gegen das Bürgertum und während des letzten Jahrzehnts eine Waffe der Frauen gegen die Männer. Die verschiedenen sozialen Gruppen, die vom Universitätsstudium ausgeschlossen waren, haben um die Öffnung der Bildungsanstalten gekämpft. Ihr Erfolg hat die Bildungsexpansion jeweils beschleunigt.

Die zyklischen Bewegungen der Bildungsexpansion sind ein Spiegelbild der kollektiven Konflikte um politische und kulturelle Emanzipation. Den einander ablösenden Phasen von Liberalismus und Konservatismus entspricht im Bildungssystem der zyklische Wechsel zwischen liberaler „Öffnung“ und konservativer „Schließung“ der Universität.

Da valide Indikatoren über politische Zyklen z.Z. nicht zur Verfügung stehen, konzentriert sich die Analyse in den folgenden Abschnitten überwiegend auf die beiden ersten Hypothesen. Die Hypothese über politische Zyklen kann nur indirekt überprüft werden: Wenn keine Beziehung zwischen Bildungs- und Wirtschaftssystem nachgewiesen werden kann, könnte dies ein Hinweis auf „politische“ Zyklen sein. Wegen fehlender empirischer Evidenz wird in diesen Fällen jedoch von einer „Autonomie“ des Hochschulsystems gesprochen. In welcher Weise diese „Autonomie“ durch politische Prozesse gesteuert wird, kann im Rahmen der hier vorgelegten Analyse nicht entschieden werden.

5. Ergebnisse der Spektralanalyse

Die Untersuchung zyklischer Schwankungen ist ein zentrales Arbeitsgebiet der ökonomischen Konjunkturforschung (Tilly 1988; Gerster 1988). Hinsichtlich der Schwingungsdauer unterscheidet man lange Wellen (Kondratieff-Zyklen, ca. 40–60 Jahre), Zyklen von mittlerer Schwingungsdauer (Kuznets-Zyklen, 15–30 Jahre) und kurzfristige Konjunkturzyklen (Juglar-Zyklen, 7–11 Jahre). Dieser Abschnitt konzentriert sich auf die Frage, welche Schwingungsdauer die Zyklen der Bildungsexpansion haben und in welcher Beziehung sie zu den ökonomischen Konjunktoren stehen.

In der Abbildung 2 werden die Abweichungen (Residuen) der Beobachtungswerte vom 6. Poly-

nom (= Trend) für die Bildungsquoten und für das Sozialprodukt gezeigt.⁷ Abbildung 2 läßt erkennen, daß die Expansion der Universitäten und des Wirtschaftssystems in *Deutschland* durch eine anti-zyklische Beziehung geprägt ist: Wenn die Universitäten besonders stark expandieren, wächst das Sozialprodukt nur unterdurchschnittlich. Dies gilt z. B. für die „Große Depression“ (ca. 1878–1890) und die Weltwirtschaftskrise (1928/29–1933). Während dieser Perioden verläuft die Wachstumskurve (Residuen) für die Universitäten oberhalb der Null-Linie, während sie für das Sozialprodukt unterhalb der Null-Linie verläuft. Nach 1975 scheint die Beziehung zwischen beiden Systemen eher prozyklisch zu verlaufen.

Mit Hilfe der Spektralanalyse kann die zyklische Komponente einer Zeitreihe durch eine Sinus-Funktion angenähert werden, um die Schwingungsdauer der Zyklen zu bestimmen. Das Verfahren ist mit einer Regressionsanalyse vergleichbar. Als Schätzfunktion wird jedoch keine Gerade, sondern eine Sinus-Kurve benutzt. In Abbildung 3 wurde durch die Residuen der Bildungsquote eine Sinus-Kurve mit einer Schwingungsdauer von 38,5 Jahren hindurchgelegt (durchgezogene Linie). Diese Sinus-Kurve (= Schätzfunktion) erklärt 36% der Varianz der Residuen. Der Rest ist „Zufall“. Welche Schwingungsdauer eine Sinus-Funktion haben muß, um einen möglichst hohen Anteil der Varianz zu erklären, läßt sich aus Abbildung 5 ablesen. Bei einer Frequenz von 0,163 (ca. 38,5 Jahre) hat die Spektraldichtefunktion ihren höchsten Wert (0,57). Die Spitzen der Spektraldichtefunktion markieren die Schwingungsdauer der Sinus-Funktionen, die einen relativ hohen Anteil der Varianz in den Residuen erklären. Vereinfacht kann gesagt werden: Je höher die Spitze der Spektraldichtefunktion, um so höher ist der Anteil der erklärten Varianz,

⁷ Bei einem 6. Polynom wird die folgende Funktion zur Schätzung des Trends benutzt: Bildungsquote (\hat{y}) = $a_1t + a_2t^2 + a_3t^3 + a_4t^4 + a_5t^5 + a_6t^6$; t = Jahr. Die Schätzwerte für den Trend (= \hat{y}) werden von den Originalwerten der Zeitreihe subtrahiert, und man erhält die Residuen. Diese Operation wird als *Filterung* bezeichnet. Eine Zeitreihe wird „gefiltert“, um bestimmte Schwingungskomponenten zu eliminieren. In diesem Fall werden die Zyklen mit einer Schwingungsdauer von mehr als 35–40 Jahren aus der Originalreihe entfernt. Man unterscheidet zwischen dem „*Filterinput*“ (= die empirische Zeitreihe auf Basis von Jahres- oder Monatsdaten) und dem „*Filteroutput*“ (= Trend, z. B. Polynome oder gleitende Durchschnitte).

den eine Sinus-Funktion mit dieser Schwingungsdauer erklären kann.⁸

In Deutschland expandieren sowohl die Universitäten als auch das Wirtschaftssystem (Sozialprodukt) in zyklischen Schwankungen, die eine Schwingungsdauer von ca. 38,5 Jahren haben (siehe Abbildung 5). Allerdings sind diese Zyklen stark zeitverschoben. Die Zyklen der Bildungsexpansion folgen den Konjunkturzyklen mit einer Zeitverzögerung von 15,1 Jahren.⁹ Dieser „lag“ kann nicht mehr als verspätete Anpassung der Universitäten an ökonomische Konjunktoren interpretiert werden, sondern läßt eher ein antizyklisches Verhalten der Studenten vermuten. Die Zeitverzögerung läßt sich in Abbildung 2 aus der gegenläufigen Bewegung von Bildungsquoten und Sozialprodukt ablesen.

Ein zweiter Zyklus wurde für das Wirtschaftssystem bei 8,1 Jahren gefunden. Im Bildungssystem ist dieser Zyklus nur sehr schwach ausgeprägt. Der Hauptzyklus (38,5 Jahre) erklärt im Bildungssystem 36% der Varianz, im ökonomischen System 19%. Wenn eine Regression mit zwei Zyklen berechnet wird (38,5 und 8,1 Jahre), steigt der Anteil der erklärten Varianz für das Bildungssystem nur geringfügig (von 36% auf 37%), beim Sozialprodukt steigt der von 19% auf 31%.

Diese Ergebnisse bestätigen für Deutschland zunächst die Theorie der Statuskonkurrenz. Sowohl das Bildungssystem als auch das Wirtschaftssystem expandieren in Zyklen von ca. 38 Jahren (Kuznets-Zyklus). Das Bildungssystem folgt den ökonomischen Konjunktoren jedoch mit einer erheblichen Zeitverzögerung (ca. 15 Jahre, antizyklisches Verhalten). Die kurzen Konjunkturzyklen (Juglar-Zyklen) sind nur für das ökonomische System von Bedeutung. Die Expansion der Universitäten wird

von *kurzfristigen* Schwankungen des wirtschaftlichen Wachstums kaum beeinflusst.

Die zyklischen Schwankungen des Bildungssystems wurden nicht nur für Deutschland, sondern noch für zwei weitere europäische Länder (Italien, Frankreich) und für die USA und Japan analysiert. Der internationale Vergleich soll zeigen, ob die Beziehung zwischen Bildungssystem und ökonomischem System in allen Ländern gleich ist, oder ob es signifikante Unterschiede gibt, die sich möglicherweise auf Unterschiede in der institutionellen Struktur der Bildungssysteme zurückführen lassen.

In *Italien* expandieren die Universitäten und das Sozialprodukt in Zyklen, die eine Schwingungsdauer von 27,8 Jahren haben. Die Zyklen der Bildungsexpansion folgen dem Wirtschaftswachstum mit einer Verzögerung von 9,5 Jahren. Im Bereich der Juglar-Wellen beträgt die Schwingungsdauer 14,7 Jahre, die Zeitverzögerung 4,7 Jahre. Allerdings sind diese kurzfristigen Zyklen im Bildungssystem wiederum nur sehr schwach ausgeprägt (siehe Abbildung 6). In *Frankreich* schwingen das Bildungssystem und das ökonomische System nicht im Gleichschritt (23,8 und 19,2 Jahre). Die Differenz zwischen beiden Zyklen ist jedoch gering, so daß für diesen Bereich eine Phasenverschiebung berechnet wurde. Der „lag“ beträgt ungefähr die Hälfte der Schwingungsdauer (11 Jahre) und wird als Indikator für ein antizyklisches Verhalten interpretiert. Die kurzen Konjunkturzyklen scheinen für das französische Bildungssystem keine Bedeutung zu haben. Jedenfalls läßt sich in diesem Bereich keine signifikante Frequenz nachweisen. (Die Abbildungen für Frankreich und Japan sind hier nicht abgedruckt. Vgl. Fn 11.)

Während für die drei europäischen Länder Deutschland, Italien und Frankreich die Ergebnisse relativ konsistent das Modell der Statuskonkurrenz zu bestätigen scheinen, lassen sich die Ergebnisse für die *USA* eher im Sinne der Humankapital-Theorie interpretieren. Im amerikanischen Bildungssystem finden sich zunächst zwei fast gleich starke Zyklen (20 und 11,6 Jahre). Das Wirtschaftssystem expandiert in Zyklen von annähernd gleicher Schwingungsdauer (21,7 und 12,2 Jahre; siehe Abbildung 7). Im Kuznets-Bereich beträgt die Zeitverschiebung -2,4 Jahre. Dieser „lag“ weist auf eine kurzfristige Reaktion der Studenten auf veränderte Marktbedingungen hin. Im Juglar-Bereich eilen die Bildungszyklen den Konjunkturzyklen voran (lead: +4,1 Jahre). Bei der Interpretation dieses Ergebnisses muß berücksichtigt wer-

⁸ Um die Argumentation zu vereinfachen, wird die Schwingungsdauer direkt in Jahren angegeben. Auf eine Darstellung im Frequenzbereich wird verzichtet. Die Frequenz erhält man als Kehrwert der Schwingungsdauer. In den Abbildungen 5–7 wird die Frequenz im Bogenmaß angegeben. Die Schwingungsdauer in Jahren kann nach der folgenden Formel berechnet werden: $6,28/\text{Frequenz}$.

⁹ Der lead/lag wird jeweils als *durchschnittliche* Phasenverschiebung für die gesamte Zeitreihe berechnet. Während einzelner Teilperioden können jedoch unterschiedliche lead/lag-Strukturen vorkommen. Auf eine komplexe Demodulation (Bloomfield 1976: 118 ff.), mit deren Hilfe die Phasenverschiebung für einzelne Abschnitte der Zeitreihe berechnet werden kann, wurde hier verzichtet, da dafür noch kein geeignetes Rechenprogramm zur Verfügung steht.

den, daß für die USA die Zeitreihe der Absolventen (Bachelor's Degree) gewählt wurde, während in allen anderen Ländern die Gesamtzahl der Studenten analysiert wird. Verschiebt man die Zeitreihe der Bildungsquoten um 4 Jahre zurück (das undergraduate-Studium dauert vier Jahre), ergibt sich für den Juglar-Bereich eine kurzfristige direkte Anpassung; die Anpassungszeit (lag) im Kuznets-Bereich verlängert sich bei dieser Sichtweise auf ca. 6 Jahre. Da bei längerer Schwingungsdauer eine verlängerte Reaktionszeit an veränderte Marktbedingungen plausibel ist, kann dieser „lag“ noch als eine verzögerte Anpassung interpretiert werden. Wahrscheinlich reagieren amerikanische Studenten auf ökonomische Konjunkturen sowohl beim Eintritt in die Hochschule als auch bei der Entscheidung, ob das Studium beendet wird (hohe drop-out-Rate).

Die USA unterscheiden sich von den europäischen Ländern in zweierlei Hinsicht: Erstens wird die Expansion der amerikanischen Universitäten stärker durch Zyklen bestimmt, die normalerweise als „Konjunktur“ wahrgenommen werden (Juglar-Zyklen, Schwingungsdauer ca. 7–11 Jahre). Zweitens ist die Phasenverschiebung zwischen den Zyklen in den USA kürzer. Der relativ kurze „lag“ läßt auf eine höhere Sensibilität der amerikanischen Studenten auf veränderte Marktbedingungen schließen.

Die Expansion der *japanischen* Universitäten wird durch zwei annähernd gleich starke Schwingungskomponenten bestimmt, und zwar im Bereich von 35,7 Jahren (Kuznets) und von 11,1 Jahren (Juglar). Das Sozialprodukt wuchs in Zyklen mit einer Schwingungsdauer von 31,3 bzw. 14,7 Jahren. Der „lag“ im Bereich der Kuznets-Zyklen beträgt –6,9 Jahre. Diese Zeitverschiebung stimmt mit den für die USA gefundenen Ergebnissen überein und könnte im Sinne einer verzögerten Markt Anpassung interpretiert werden. Im Juglar-Bereich sind die Zyklen der Bildungsexpansion und des Wirtschaftswachstums zwar annähernd gleich (11,1 und 14,7 Jahre), die Phasenverschiebung ist in diesem Bereich jedoch instabil. Sie schwankt zwischen –6,9 und –1,9 Jahren und kann daher nicht interpretiert werden.

Bei einem Vergleich zwischen verschiedenen Ländern muß die institutionelle Struktur der nationalen Hochschulsysteme berücksichtigt werden. Während die europäischen Universitäten einer zentralisierten Staatsbürokratie unterworfen sind, werden die Universitäten in den USA stärker durch den Markt reguliert. Die amerikanischen

Studenten sind wahrscheinlich schon aufgrund des hohen Anteils der Bildungskosten, die sie selbst zu tragen haben, eher geneigt, auf Marktsignale zu reagieren. Je höher der Anteil der Bildungskosten, die vom Staat übernommen werden, um so weniger reagiert das Hochschulsystem auf Marktsignale. Diese institutionellen Differenzen können durch die Zeitreihenanalyse bestätigt werden.

Die institutionelle Struktur der japanischen Universitäten läßt sich in dieser Hinsicht mit den USA vergleichen. Zwar werden die japanischen Universitäten stärker durch eine zentrale Bürokratie reguliert, die Expansion ist jedoch fast ausschließlich von den privaten Institutionen getragen worden. Da die privaten Colleges und Universitäten relativ hohe Studiengebühren erheben, reagieren Studenten wahrscheinlich sensibler auf ökonomische Krisen.

6. Variation der Filter

Alle in Abschnitt 5 analysierten Zeitreihen wurden mit Hilfe eines 6. Polynoms trendbereinigt. Die Frage, warum gerade ein 6. Polynom als Trend gewählt wurde, gehört zu den dornigen Problemen der Spektralanalyse. Mit der Entscheidung für einen bestimmten Trend wird zugleich die Schwingungsdauer der zyklischen Schwankungen festgelegt. Für diese Entscheidung gibt es jedoch kein mathematisches Optimierungsverfahren. Es können nur mehr oder weniger plausible Argumente vorgetragen werden, die in den Besonderheiten des jeweiligen Datensatzes begründet sind (Metz 1988).

Für das 6. Polynom sprechen zunächst zwei Gründe: Erstens sollten bei der Trendbereinigung keine Fälle verlorengehen. (Bei einem gleitenden Durchschnitt gehen immer Beobachtungspunkte verloren.) Zweitens sollten Zyklen mit langer Schwingungsdauer eliminiert werden, da sie mit den zur Verfügung stehenden Zeitreihen (zwischen 104 und 125 Jahren) nicht analysiert werden können. Hält man sich an die „Daumenregel“, daß ein Zyklus die Chance haben sollte, sich wenigstens zwei- bis dreimal in einer empirischen Zeitreihe zu realisieren, müssen Zyklen mit einer Schwingungsdauer von mehr als 35–40 Jahren ausgefiltert werden. Dies konnte erst mit einem 6. Polynom erreicht werden. Bei einem Polynom mit niedrigerem Grad werden Zyklen mit einer Schwingungsdauer von über 40 Jahren häufig nicht eliminiert.

In diesem Abschnitt soll die Frage diskutiert werden, welchen Einfluß eine *Variation des Trends* auf

Tabelle 1 Ergebnisse der Spektralanalyse (Variation des Filters).

Filtertyp	Zyklen	DEUTSCHLAND/BRD			ITALIEN			USA				
		Polynome (Trend) Stud. Soz. lag/ lead quote prod.	Hochpaßfilter Stud. Soz. lag/ lead quote prod.	Polynome (Trend) Stud. Soz. lag/ lead quote prod.	Hochpaßfilter (log) Stud. Soz. lag/ lead quote prod.	Polynome (Trend) Stud. Soz. lag/ lead quote prod.	Hochpaßfilter Stud. Soz. lag/ lead quote prod.					
3. Pol. und 1. HP-F. SE = 90J. PA = 80J.	Kondrat.	55.6 (.84)	62.5 (1.1)	55.6 (.79)	55.6 (1.0)	62.5 (.33)	50.0 (.15)	55.6 (.37)	50.0 (.15)	55.6 (.37)	+4.3 (.84)	
	Kuznets	—	—	27.8 (.56)	—	20.8 (.31)	25.0 (.68)	21.7 (.38)	20.8 (.43)	20.8 (.34)	20.8 (.34)	-0.4 (.82)
	Juglar	—	—	—	—	12.2 (.09)	11.9 (.10)	11.9 (.05)	11.9 (.13)	12.8 (.15)	6.2 (.05)	—
R ² R ²	Hauptz. 2 Zykl.	.47 —	.70 —	.26 —	.42 .49	.29 .49*	.23 .48*	.25 .44*	.25 .44*	.24 .46*	.24 .46*	—
6. Pol. und 2. HP-F. SE = 60J. PA = 55J.	Kondrat.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Kuznets	38.5 (.57)	41.7 (.59)	27.8 (.64)	25.0 (.74)	27.8 (.40)	26.3 (.47)	21.7 (.41)	20.0 (.30)	20.8 (.42)	20.8 (.41)	-0.4 (.86)
	Juglar	8.2 (.05)	21.7 (.34)	14.7 (.06)	11.9 (.12)	14.7 (.10)	11.9 (.13)	12.2 (.14)	11.6 (.23)	12.8 (.15)	6.2 (.06)	—
R ² R ²	Hauptz. 2 Zykl.	.36 .37	.41 .54	.37 .38	.47 .54	.19 .25	.31 .39	.25 .32	.17 .29	.25 .45*	.23 .51*	—
7. Pol. und 3. HP-F. SE = 50J. PA = 45J.	Kondrat.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Kuznets	20.8 (.46)	41.7 (.66)	26.3 (.63)	25.0 (.76)	27.8 (.43)	26.3 (.48)	21.7 (.41)	20.0 (.29)	20.0 (.46)	20.8 (.48)	-0.4 (.83)
	Juglar	8.1 (.07)	21.7 (.31)	13.5 (.09)	11.9 (.11)	14.7 (.12)	11.9 (.12)	11.9 (.15)	11.6 (.23)	12.8 (.17)	6.1 (.07)	—
R ² R ²	Hauptz. 2 Zykl.	.20 .22	.46 .58	.30 .32	.48 .55	.21 .27	.33 .40	.23 .32	.16 .29	.26 .35	.27 .32	—

HP-F = Hochpaßfilter; SE = Stoppband Ende (in Jahren); PA = Paßband Anfang (in Jahren); Pol. = Polynom.
Anzahl der Jahre (N): Deutschland N = 125; Italien N = 122; Frankreich N = 106; USA N = 111; Japan N = 104.

Bei jedem Land stehen in der jeweils ersten Spalte die Ergebnisse der Spektralanalyse für drei Polynome, in der jeweils zweiten Spalte die Ergebnisse für drei Hochpaß-Filter. Bei jedem Filter-Typ werden die wichtigsten Zyklen für die Zeitreihe der Bildungsquoten und für die Zeitreihe des Sozialprodukt angegeben (Schwungungsdauer in Jahren). Weiterhin wird die Phasenverschiebung zwischen der Bildungsquote und dem Sozialprodukt angegeben (in Jahren). Wenn die Zyklen der Bildungsquoten unter den Zyklen des Sozialprodukts mit einer Zeitverzögerung folgen (lag), wird dies durch (-) markiert; der „lead“ wird durch ein (+) markiert. Die Zahlen in Klammern unter den Zyklen geben den Wert der Spektraldichte-Funktion an. Die Zahlen in der Spalte lag/lead geben die Kohärenz an. Der Determinationskoeffizient R² bezieht sich auf eine nicht-lineare Regression. Er gibt den Anteil der Varianz an, der in den zyklischen Schwankungen durch eine Sinus-Funktion (Hauptzyklus) bzw. durch eine Kombination von zwei Sinus-Funktionen (2 Zyklen) erklärt wird. Der mit einem (*) markierte Wert bezieht sich auf eine Regression mit 3 Sinus-Funktionen (Erklärungskraft von 3 Zyklen).

die Ergebnisse der Spektralanalyse hat. In Tabelle 1 sind die Ergebnisse von jeweils 6 verschiedenen Filtern für die Bildungsquote und das Sozialprodukt für 3 Länder zusammengestellt. Insgesamt faßt Tabelle 1 die Ergebnisse von 36 Spektralanalysen zusammen. Die nachfolgenden Anmerkungen beschränken sich auf die Analyse der wichtigsten Zyklen.

Zunächst einige Hinweise zum Aufbau von Tabelle 1: Es wurden zwei verschiedene Filtertypen benutzt, und zwar Polynome und Hochpaßfilter. Polynome sind gebräuchliche Filter, für die allerdings keine Transferfunktion berechnet werden kann. Ein Hochpaßfilter filtert niedrige Frequenzen aus (Stoppband) und läßt Schwingungen mit hoher Frequenz passieren (Paßband). Die Transferfunktionen für Hochpaßfilter zeigen, welche Frequenzen in den Filter-Output übertragen und welche zurückbehalten werden. Für jeden Filtertyp wurden jeweils 3 Varianten berechnet (Gottman 1981; Schlittgen/Streitberg 1984).

Bei den *Polynomen* wurde der Grad variiert; es wurden Polynome 3., 6. und 7. Grades benutzt. Bei den *Hochpaßfiltern* (HP) wurde das Ende des Stoppbandes (SE) und der Anfang des Paßbandes (PA) variiert. Der 1. Hochpaßfilter wurde in folgender Weise definiert: SE = 90 Jahre, PA = 80 Jahre. Dieser Filter hat folgende Eigenschaften: Alle Zyklen mit einer Schwingungsdauer von mehr als 90 Jahren werden ausgefiltert (= Stoppband); Zyklen mit einer Schwingungsdauer zwischen 90 und 80 Jahren werden partiell übertragen (Übergangsband); Zyklen mit einer Schwingungsdauer von weniger als 80 Jahren werden vollständig übertragen (= Paßband). Die Eigenschaften der übrigen HP-Filter lassen sich analog interpretieren. 2. Hochpaß-Filter: SE = 60 Jahre, PA = 55 Jahre. 3. Hochpaß-Filter: SE = 50 Jahre, PA = 45 Jahre. Vom 1. zum 3. HP-Filter werden also schrittweise Zyklen mit langen Schwingungsdauern (= niedrige Frequenzen) ausgefiltert.¹⁰ In der jeweils ersten Spalte stehen bei jedem Land die Ergebnisse der Spektralanalyse für Polynome, in der jeweils zweiten Spalte stehen die Ergebnisse für die verschie-

denen HP-Filter. Der Output der HP-Filter für Italien verletzte relativ stark die Annahme der Stationarität. Daher wurde für die HP-Filter auch eine logarithmierte Version berechnet. Bei den übrigen Ländern wurde auf eine Logarithmierung verzichtet. (Der Logarithmus ist im formalen Sinn ebenfalls ein Filter, für den keine Transferfunktion darstellbar ist.)

Für jeden Filter-Output werden die drei wichtigsten Frequenzen (Schwingungsdauer in Jahren) ausgewiesen. Die Ziffern in Klammern unter der Schwingungsdauer geben den Wert der Spektraldichte-Funktion an. Je höher dieser Wert, um so signifikanter ist eine bestimmte Frequenz. Die Ziffer in Klammern unter der Phasenverschiebung (lag/lead) gibt die Kohärenz an. Diese Maßzahl kann mit einem Korrelationskoeffizienten verglichen werden. Sie schwankt zwischen 0 und 1 und zeigt die Stärke des Zusammenhangs zwischen den Zyklen der Bildungsquote und des Sozialprodukts. Schließlich wurde für jeden Filter eine nicht-lineare Regression berechnet. Der Determinationskoeffizient (R^2) zeigt, welcher Anteil der Varianz in den Residuen durch eine Sinus-Funktion mit der entsprechenden Schwingungsdauer erklärt werden kann.

Die Wirkung eines bestimmten Filters läßt sich mit Hilfe der Spektralanalyse gut analysieren. Sie zeigt, welche Zyklen in den Residuen noch enthalten sind und welche durch den Filter ausgefiltert wurden (vgl. Tabelle 1). Je höher der Grad des Polynoms, um so kürzer wird die Schwingungsdauer der Zyklen in den Residuen. Das Ergebnis der Hochpaßfilter ist in dieser Hinsicht vergleichbar. Vom 1. zum 3. HP-Filter werden die Schwingungsdauern deutlich kürzer. Sowohl beim Polynom als auch bei den HP-Filtern muß also eine *Entscheidung* getroffen werden: beim Polynom über den Grad des Polynoms; bei den HP-Filtern über den Beginn des Paßbandes. Durch diese Entscheidung wird bei beiden Filtertypen der Trend von den zyklischen Schwankungen getrennt. Diese Entscheidung kann durch einen formalen Algorithmus nicht begründet werden, sondern sie hängt ab von der spezifischen Zeitreihe und von der Fragestellung. In diesem Abschnitt kommt es darauf an zu zeigen, in welcher Weise durch eine Variation des Filters die Ergebnisse der Spektralanalyse modifiziert werden.

Die verschiedenen Filter lassen jeweils bestimmte Frequenzbänder passieren und halten andere zurück. Die Ergebnisse, die in Tabelle 1 präsentiert werden, lassen sich wie ein Mosaik zusammenset-

¹⁰ Es wurde das von Metz/Stier (1991) entwickelte Filter-Programm „Nulfil“ benutzt. Für die hier untersuchte Fragestellung ist besonders wichtig, daß dieser Filter keine Phasenverschiebung bewirkt. Ich möchte Herrn Rainer Metz danken, daß er dieses Programm zur Verfügung gestellt hat. Müller-Benedict (1991: 188 ff.) hat einen Kerben-Filter benutzt, um die Zeitreihe der (absoluten) Studentenzahlen (Deutschland) zu filtern.

zen und liefern insgesamt ein mehr oder weniger vollständiges Bild der Frequenzen, die in der Originalreihe überhaupt enthalten sind. Die Frage lautet nicht, ob eine Variation des Filters die Ergebnisse der Spektralanalyse verändert (das ist fast immer der Fall), sondern ob sich insgesamt ein konsistentes Bild der Beziehung zwischen Bildungs- und Wirtschaftssystem ergibt und ob dieses Bild mit unserem Vorwissen über die institutionelle Struktur des Hochschulwesens in jedem Land übereinstimmt.

Ein Blick auf Tabelle 1 zeigt sofort, daß sich die Ergebnisse der Spektralanalyse je nach Wahl des Filters verändern. Sowohl die Schwingungsdauer als auch die Phasenverschiebung variieren zwischen den einzelnen Filtern z.T. erheblich. Im folgenden werden nur diejenigen Ergebnisse kommentiert, die von einem oder mehreren Filtern repliziert werden. Es ist anzunehmen, daß Zyklen, die konsistent von mehreren Filtern produziert werden, gegen die Variation des Filters „resistent“ sind und daher mit höherer Wahrscheinlichkeit in der Originalreihe „enthalten“ sind.

1) *Kuznets-Zyklen (ca. 15–40 Jahre)*: In diesem Frequenzbereich läßt sich für drei Länder eine typische Konstellation nachweisen: Die Bildungsquote und das Sozialprodukt schwingen in Zyklen von annähernd gleicher Schwingungsdauer. Die Bildungsquote folgt den ökonomischen Konjunkturen mit einem erheblichen „lag“, der z.T. die halbe Schwingungsdauer beträgt. Diese Konstellation wurde als Bestätigung für die These der Statuskonkurrenz interpretiert. Sie wird für Deutschland vom 6. Polynom und vom 2. und 3. HP-Filter reproduziert (Schwingungsdauer ca. 40 Jahre; „lag“ 14–15 Jahre).

Für Italien wird diese Konstellation vom 6. und 7. Polynom und vom 2. und 3. HP-Filter reproduziert (Schwingungsdauer ca. 26 Jahre; „lag“ ca. 10–12 Jahre). Für Frankreich lassen sich die Ergebnisse des 6. und 7. Polynoms dieser Konstellation zuordnen. (Die Ergebnisse für Frankreich und Japan sind in Tabelle 1 nicht enthalten. Vgl. Fn 11.)

Für die USA wird der Zyklus mit einer Schwingungsdauer von 20 Jahren und einem kurzen „lag“ zwischen Bildungsquote und Sozialprodukt von *allen* Filtern reproduziert. Wie bereits erläutert, kann diese Konstellation als Bestätigung für die Humankapital-Theorie interpretiert werden. Eine vergleichbare Konstellation findet sich in Japan und wird vom 6. Polynom und vom 3. HP-Filter reproduziert (Schwingungsdauer ca. 35 Jahre, „lag“ ca. 6 Jahre).

2) *Kondratieff-Zyklen (ca. 40–70 Jahre)*: Die Ergebnisse des 3. Polynoms und des 1. HP-Filters zeigen, daß in fast allen Zeitreihen lange Wellen „enthalten“ sind. In den meisten Ländern findet sich auch ein ähnliches Muster der Phasenverschiebung: Die Bildungsquote eilt dem Sozialprodukt um 2–4 Jahre voraus (lead). Bei dieser langen Schwingungsdauer spielt eine Phasenverschiebung von wenigen Jahren jedoch keine Rolle. Die Ergebnisse der Spektralanalyse lassen sich im Bereich der langen Wellen für die Länder Italien, Frankreich, USA und Japan im Sinne einer phasengleichen Schwingung im Bildungs- und Wirtschaftssystem interpretieren. Nur in Deutschland findet sich bei den langen Wellen eine erhebliche Zeitverzögerung („lag“ der Bildungsquote von 10–12 Jahren).

Die Existenz langer Wellen in den Originaldaten läßt sich durch Hochpaß-Filter relativ gut nachweisen, da deren Übertragungseigenschaften durch die Transferfunktion kontrolliert wird. Abbildung 8 (Deutschland) zeigt den Filter-Output des 1. Hochpaß-Filters für das Bildungssystem und eine Sinus-Kurve mit der Schwingungsdauer von 62,5 Jahren. Diese lange Welle erklärt 70% der Varianz des Filter-Outputs. Betrachtet man die zyklischen Bewegungen *aus der Perspektive der langen Wellen*, dann durchlief das deutsche Universitätssystem zwischen 1905 und 1910 eine Periode überdurchschnittlichen Wachstums und zwischen 1975 und 1980 eine zweite Boom-Phase. Tabelle 1 zeigt weiterhin, daß das R^2 für die langen Wellen im Durchschnitt höher ist als für die kürzeren Zyklen. Dieses Ergebnis könnte darauf hinweisen, daß die langen Wellen einen stärker zyklischen (also regelmäßig wiederkehrenden) Charakter haben als die kurzen Zyklen.

Obwohl die Existenz langer Wellen durch Hochpaßfilter verlässlich überprüft werden kann, sollte für die hier analysierten Zeitreihen eine Einschränkung beachtet werden: Es ist problematisch, eine Schwingungsdauer von 55–60 Jahren mit einer Zeitreihe von ca. 110 Jahren belegen zu wollen. Zyklische Schwingungen von 60 Jahren können in einer solchen Zeitreihe auch als „Trend“ definiert werden. Bei den Zeitreihen, die hier analysiert werden, befinden sich die langen Wellen im Übergangsbereich zwischen „Trend“ und „Zyklus“, und es wird daher darauf verzichtet, sie weiter zu interpretieren.

3) *Juglar-Zyklen (ca. 7–11 Jahre)*: Im Bereich der Juglar-Zyklen lassen sich für das Bildungssystem kaum signifikante Zyklen nachweisen. Nur in den

USA und in Japan erreicht der Wert der Spektral-dichte-Funktion für Zyklen von ca. 10–12 Jahren einen höheren Wert (z. B. 0,23 für das 6. Polynom, USA). Die Ergebnisse bestätigen aber die bereits in Abschnitt 5 gegebene Interpretation, nämlich daß die Einschreibungen an den europäischen Universitäten (Deutschland, Frankreich, Italien) auf kurzfristige Schwankungen des Wirtschaftswachstums *nicht* reagieren. Die Expansion der Universitäten wird stärker durch längerfristige Zyklen geprägt.

Kann man aus der Variation der Ergebnisse, die in Tabelle 1 präsentiert wurden, nun den Schluß ziehen, daß die Spektralanalyse ein Forschungsinstrument ist, mit dem man *jede* Hypothese bestätigen bzw. zurückweisen kann (vorausgesetzt, man hat den „richtigen“ Filter gewählt)? Waren die Ergebnisse, die in Abschnitt 5 interpretiert wurden, nichts weiter als statistische Artefakte, die durch einen speziellen Filter (6. Polynom) in den Residuen produziert wurden?

Die für die Sozialwissenschaft relevanten Zeitreihen sind fast immer trendbehaftet. Der Prozeß der Industrialisierung und Modernisierung hat in allen Bereichen der Gesellschaft zu einem kontinuierlichen Wachstum von Gütern (positiver Trend) bzw. zu einer kontinuierlichen Abnahme von „Übeln“ (negativer Trend, z. B. Kindersterblichkeit) geführt. Trendbehaftete Daten können jedoch mit der Spektralanalyse nicht bearbeitet werden. Der Trend produziert Zyklen mit einer Schwingungsdauer von 150 oder 200 Jahren, die mit Zeitreihen von ca. 110 Jahren empirisch nicht getestet werden können. Wenn die Spektralanalyse verwendet wird, müssen sozialwissenschaftliche Daten fast immer trendbereinigt werden. Aber welcher Trend ist der „richtige“?

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß diese Frage nicht eindeutig beantwortet werden kann. Das Problem der „Unschärfe“ bei der Interpretation der Spektralanalyse läßt sich grundsätzlich nicht beseitigen. Wenn jedoch unterschiedliche Filter zur Trendbereinigung benutzt werden, läßt sich überprüfen, ob die Ergebnisse konsistent innerhalb eines theoretischen Rahmens interpretiert werden können. Am Beispiel der Bildungsexpansion konnte gezeigt werden, daß sich zwar nicht alle, aber doch die Mehrzahl der Ergebnisse durch drei Hypothesen zur Bildungsexpansion interpretieren lassen.

7. Schlußfolgerungen

Während des letzten Jahrzehnts wurden in vielen Ländern historische Datenhandbücher publiziert, in denen wichtige soziale Indikatoren in Form langer Zeitreihen zur Verfügung gestellt werden. Die Sozialwissenschaft sollte diese Daten nicht ignorieren, sondern zur Theoriebildung und Hypothesenprüfung nutzen. Hypothesen, die bisher nur an Querschnittsdaten getestet wurden, können mit Hilfe dieser Daten hinsichtlich ihrer Zeitinvarianz überprüft werden. Die Kontroverse, die zwischen den verschiedenen Theorien der Bildungsexpansion ausgetragen wurde, läßt sich nicht mit Hilfe von Daten entscheiden, die nur einen begrenzten Zeitraum abdecken (Meyer/Hannan 1979). Dieses Argument gilt auch für andere Bereiche der Sozialwissenschaft, in denen z. B. der Zusammenhang zwischen gewerkschaftlicher Mitgliedschaft und Inflation oder die Beziehung zwischen der Expansion des Sozialstaates und der ökonomischen Entwicklung untersucht wird.

Die Spektralanalyse liefert wichtige Informationen über die Dynamik des Wachstumsprozesses und die Zeitverschiebung der verschiedenen Konjunkturzyklen. Mit Hilfe dieses Untersuchungsinstruments lassen sich insbesondere drei Fragen beantworten: Erstens, aus welchen Schwingungskomponenten (Frequenzen) setzen sich konjunkturelle Schwankungen in einem sozialen System zusammen? Zweitens, welche Schwingungsdauer haben die dominanten Zyklen, die in einem sozialen System zu beobachten sind? Ist die Schwingungsdauer in den verschiedenen Systemen gleich oder unterschiedlich? Drittens, wenn die Schwingungsdauer gleich ist, liefert die Spektralanalyse Informationen über die Verschiebung der Zyklen (lead/lag-Struktur). Die Phasenverschiebung zeigt, ob wir es mit prozyklischem oder antizyklischem Verhalten zu tun haben.

Zugleich müssen die Grenzen der Spektralanalyse beachtet werden. Jede Variation des Trends führt zu unterschiedlichen Ergebnissen, die nur *in ihrer Beziehung zueinander* interpretiert werden können. Mit Hilfe der Spektralanalyse die Existenz langer Wellen nachweisen zu wollen, ist wenig sinnvoll. Für fast jede Zeitreihe kann man einen Filter konstruieren, in dessen Output „lange Wellen“ enthalten sind. Daher ging es in der hier vorgelegten Analyse nicht um die Frage, welche Schwingungsdauer die Zyklen der Bildungsexpansion haben, sondern in welcher Beziehung sie zu den ökonomischen Konjunkturen stehen und ob

diese Beziehungsmuster bei einer Variation der Filter stabil bleiben. Die Ergebnisse in Tabelle 1 haben gezeigt, daß sich bei einer Variation der Filter nicht nur die Schwingungsdauer der Zyklen, sondern auch die Beziehungsstruktur der Daten (z. B. Phasenverschiebung) verändert.

Trotzdem läßt sich eine „Tendenz“ erkennen, die relativ stabil bleibt und in einer einfachen Formel resümiert werden kann: In den USA (und schwächer ausgeprägt in Japan) finden wir im Bereich der *kurzen* Wellen eine prozyklische Anpassung der Universitäten an ökonomische Konjunktoren. In den drei europäischen Ländern reagieren die Universitäten auf die kurzfristigen Konjunkturzyklen praktisch nicht. Im Bereich der *Kuznets-Zyklen* tendieren die europäischen Hochschulsysteme zu einem antizyklischen Verhalten, während für die USA und Japan auch in diesem Frequenz-Bereich ein prozyklisches Anpassungsverhalten gefunden wurde. Die Struktur des Anpassungsverhaltens variiert also mit der Zyklenlänge. Im Bereich der niedrigen Frequenzen (= lange Schwingungsdauer) reagieren soziale Systeme anders als im Bereich hoher Frequenzen (= kurze Schwingungsdauer). Derartige Anpassungsstrukturen lassen sich nur durch die Spektralanalyse aufdecken.¹¹

Literatur

- Bain, G.S./Elsheikh, F., 1976: *Union Growth and the Business Cycle. An Econometric Analysis*. Oxford: Blackwell.
- Bloomfield, P., 1976: *Fourier Analysis of Time Series – An Introduction*. New York and London: Wiley.
- Borchardt, K., 1977: Trend, Zyklus, Strukturbrüche, Zufälle. Was bestimmt die deutsche Wirtschaftsgeschichte des 20. Jahrhunderts? *Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte* 64: 145–177.
- Bornschiefer, V./Suter, C., 1990: Lange Wellen im Weltsystem. S. 174–197 in: V. Rittberger (Hrsg.), *Theorien der Internationalen Beziehungen*, Opladen: Westdeutscher Verlag, *Politische Vierteljahresschrift*, Sonderheft 21.
- Boudon, R., 1979: *Widersprüche sozialen Handelns*. Darmstadt: Luchterhand.
- Bürklin, W.P., 1987: Why Study Political Cycles? *European Journal of Political Research* 15: 131–143 (Sonderheft: *Cycles in Politics*).
- Collins, R., 1971: Functional and Conflict Theories of Educational Stratification. *American Sociological Review* 36: 1002–1018.
- Dehio, L., 1948: *Gleichgewicht oder Hegemonie*. Krefeld: Scherpe.
- Eklund, K., 1980: Long Waves in the Development of Capitalism? *Kyklos* 33: 383–419.
- Eulenburg, F., 1904: *Die Frequenz der deutschen Universitäten*. Leipzig: Teubner.
- Ewijk, C. van, 1982: A Spectral Analysis of the Kondratieff-Cycle. *Kyklos* 35: 468–499.
- Freeman, R.B., 1976: *The Overeducated American*. New York: Academic Press.
- Fuller, W.A., 1976: *Introduction to Statistical Time Series*. New York: Wiley.
- Garvy, G., 1943: Kondratieff's Theory of Long Cycles. *The Review of Economic Statistics* 25: 203–220.
- Gerster, H., 1988: *Lange Wellen wirtschaftlicher Entwicklung*. Frankfurt: Lang.
- Goldstein, J.S., 1988: *Long Cycles. Prosperity and War in the Modern Age*. New Haven/London: Yale University Press.
- Gottman, J.M., 1981: *Time-Series Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hage, J. et al., 1988: The Active State, Investment in Human Capital, and Economic Growth. *American Sociological Review* 53: 824–837.
- Isaac, L.W./Griffin, L.J., 1989: Ahistoricism in Time-Series Analyses of Historical Process. *American Sociological Review* 54: 873–890.
- Jencks, C./Riesman, D., 1977: *The Academic Revolution*. Chicago/London: The University of Chicago Press.
- Juglar, C., 1889: *Des crises commerciales et de leur retour périodique en France, en Angleterre et aux États-Unis*. Paris: Guillaumin.
- Kondratieff, N.D., 1926: Die langen Wellen der Konjunktur. *Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik* 56: 573–609.

¹¹ Ein Quellenverzeichnis, die Rohdaten der Zeitreihen, Signifikanztests für die Werte der Spektraldichte-Funktion, „white-noise“-Tests, Angaben über das benutzte Fenster (Daniell-Fenster), die Ergebnisse von zwei zusätzlichen Filtern (6. Polynom und ein weiterer HP-Filter) und die Ergebnisse und Abbildungen für Frankreich und Japan sind auf Anfrage vom Autor erhältlich. Diese Daten konnten hier aus Platzgründen nicht abgedruckt werden.

- Kuznets, S., 1940: Schumpeter's Business Cycles. *American Economic Review* 30: 257–271.
- Mandel, E., 1980: *Long Waves of Capitalist Development*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Metz, R., 1984: Zur empirischen Evidenz „langer Wellen“. *Kyklos* 37: 266–290.
- Metz, R., 1988: Ansätze, Begriffe und Verfahren der Analyse ökonomischer Zeitreihen. *Historical Social Research* 13: 23–103.
- Metz, R./Stier, W., 1991: Filter Design in the Frequency Domain, in: A. Kleinknecht/E. Mandel/I. Wallerstein (Hrsg.), *New Findings in Long Wave Research*. London (im Erscheinen).
- Meyer, J.W./Hannan, M.T., 1979: *National Development and the World System. Educational, Economic and Political Change 1950–1970*. Chicago: University of Chicago Press.
- Mommsen, W.J., 1974: Max Weber als Kritiker des Marxismus. *Zeitschrift für Soziologie* 3: 256–278.
- Müller-Benedict, V., 1991: Akademikerprognosen und die Dynamik des Hochschulsystems. Frankfurt: Campus.
- Namenwirth, Z.J., 1973: Wheels of Time and the Interdependence of Value Change in America. *Journal of Interdisciplinary History* 3: 649–683.
- Pareto, V., 1983: *The Mind and Society. A Treatise on General Sociology*, New York: Harcourt, Brace & Co.
- Petzina, D./Roon, G. van, Hrsg., 1981: *Konjunktur, Krise, Gesellschaft. Wirtschaftliche Wechsellagen und soziale Entwicklung im 19. und 20. Jahrhundert*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Popper, K.R., 1972: *Objective Knowledge. An Evolutionary Approach*. Oxford: Clarendon.
- Schlittgen, R./Streitberg, B., 1984: *Zeitreihenanalyse*. München: Oldenbourg.
- Schumpeter, J.A., 1939: *Business Cycles. A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, Vol. I–II. New York: McGraw-Hill.
- Slutzky, E., 1937: The Summation of Random Causes as the Source of Cyclic Processes. *Econometrica* 5: 105–146.
- Spree, R., 1991: Lange Wellen wirtschaftlicher Entwicklung in der Neuzeit. *Historical Social Research*, Beiheft 4: 1–138.
- Tilly, R., 1988: Konjunkturgeschichte und Wirtschaftsgeschichte, S. 18–25, in: W.H. Schröder/R. Spree (Hrsg.), *Historische Konjunkturforschung*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Titze, H., 1990: *Der Akademikerzyklus*. Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht.
- Wallerstein, I., 1984: Long Waves as Capitalist Process. *Review* 7: 559–575.
- Walters, P.B., 1984: Occupational and Labor Market Effects on Secondary and Postsecondary Educational Expansion in the United States 1922 to 1979. *American Sociological Review* 49: 659–671.
- Weber, R.P., 1981: Society and Economy in the Western World. *Social Forces* 59: 1130–1148.
- Windolf, P., 1990: *Die Expansion der Universitäten 1870–1985*. Stuttgart: Enke.



