

Verläuft der langfristige Wertewandel zyklisch? Eine zeitreihenanalytische Überprüfung der Thesen von Namenwirth und Weber

Metz, Rainer; Thome, Helmut

Veröffentlichungsversion / Published Version

Sammelwerksbeitrag / collection article

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Metz, R., & Thome, H. (1991). Verläuft der langfristige Wertewandel zyklisch? Eine zeitreihenanalytische Überprüfung der Thesen von Namenwirth und Weber. In H. Best, & H. Thome (Hrsg.), *Neue Methoden der Analyse historischer Daten* (S. 269-301). Sankt Katharinen: Scripta Mercaturae Verl. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-338157>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Verläuft der langfristige Wertewandel zyklisch? Eine zeitreihenanalytische Überprüfung der Thesen von Namenwirth und Weber

von Rainer Metz und Helmut Thome

Seit Ende der sechziger Jahre haben J. Zvi Namenwirth und Robert Ph. Weber in einer Serie von Aufsätzen und Konferenzbeiträgen Daten und theoretische Erklärungsversuche zum langfristigen kulturellen Wandel zur Diskussion gestellt. Ihre 1987 vorgelegte Aufsatzsammlung "Dynamics of Culture"¹ kann als die Summe ihrer bisherigen Überlegungen gelten. Im Zentrum ihrer Arbeiten steht die These, der kulturelle Wandel (primär erfaßt als Wertewandel oder politischer Themenwechsel) verlaufe in zyklischen Wellen, einem regelmäßigen Auf und Ab von Prioritäten, mit denen eine Gesellschaft bestimmte Problemkomplexe bearbeitet.

Eine kritische Würdigung ihrer These könnte an verschiedenen Punkten ansetzen: den theoretischen Konzepten, den Datenquellen, den Methoden der Datenerhebung und Datenanalyse sowie der konsistenten oder weniger konsistenten Verknüpfung dieser Komponenten. Wir konzentrieren uns hier auf die Methodik der Datenanalyse, die "statistischen" Verfahren zur Identifikation zyklischer Verlaufsformen in Zeitreihen. Im ersten Abschnitt skizzieren wir die von Namenwirth und Weber gewählte Vorgehensweise und erläutern einige Probleme, die mit ihr verbunden sind. Im zweiten Abschnitt stellen wir ein alternatives Verfahren zur Identifikation von Zyklen vor, das auf der Theorie linearer Filter beruht. Im dritten Abschnitt wenden wir dieses Verfahren auf Daten an, die von Weber ² auf andere Weise analysiert worden sind. Der letzte Abschnitt enthält ein kurzes Resümee.

1. Die Vorgehensweise von Namenwirth und Weber

Namenwirth und Weber stützen ihre Thesen über den zyklischen Charakter des Wertewandels bisher im wesentlichen auf die Analyse zweier Da-

¹ Siehe J. Zvi Namenwirth und Robert Philip Weber, *Dynamics of Culture* (Boston u. a. 1987).

² Neben dem in Fußnote 1 genannten Werk, insbesondere dessen Kap. 4, beziehen wir uns auf R. Ph. Weber, *The Dynamics of Value Change, Transformations and Cycles: British Speeches from the Throne, 1689-1972*. Dissertation University Connecticut (1978).

tensätze. Namenwirth untersuchte die Parteiprogramme (party platforms) der Republikaner und der Demokraten für die 31 US-amerikanischen Präsidentenwahlen von 1844 bis 1964³. Weber analysierte in ähnlicher Weise 283 britische Thronreden der Zeit von 1689 bis 1972. Beide Forscher gewinnen ihre Daten aus einer computergestützten Inhaltsanalyse mit dem Programmsystem "General Inquirer"⁴: Die Wörter der einzelnen Dokumente werden automatisch ca. 70 Kategorien zugeordnet, die durch den "Lasswell Value Dictionary" definiert sind. Er enthält eine Reihe zentraler Wertkategorien (wie wealth, power, respect, rectitude), die so aufgeschlüsselt sind, daß neben den substantiellen Inhalten auch Aspekte der sozialen Allokation erfaßt werden können⁵. Für jede Kategorie wird die prozentuale Häufigkeit ermittelt, mit der die ihr zugeordneten Wörter bzw. Wortbedeutungen in jedem der zeitlich geordneten Dokumente vorkommen. Für jede Kategorie entsteht somit eine Zeitreihe, die das relative Gewicht eines bestimmten Wertindikators zum jeweiligen Zeitpunkt widerspiegelt. In der Interpretation werden "kovariierende" Kategorien zu theoretisch gedeuteten "Themen" zusammengefaßt (siehe unten).

In etwa der Hälfte bis zwei Drittel der Zeitreihen (je nach Land und Epoche) wollen die Autoren die bereits erwähnten zyklischen Verlaufsformen festgestellt haben. (Die anderen Reihen enthalten zu wenig Varianz oder führen zu keinen konsistenten Ergebnissen in der Datenanalyse, siehe unten.) In den amerikanischen und den britischen Reihen der "kapitalistischen Periode" (ab 1796) wurden lange Zyklen ("L-cycle") mit einem Durchschnitt von etwa 150 Jahren identifiziert, die von kürzeren Zyklen ("K-cycle") mit einer mittleren Periode von ca. 50 Jahren überlagert werden. Für die "merkantilistische" Epoche Großbritanniens (1689-1795) umfassen die entsprechenden Perioden 72 und 32 Jahre. Das langfristige Auf und Ab der Themen wird in Anlehnung an Parsons' (und Bales') berühmtes AGIL-Schema interpretiert: Soziale Systeme müssen vier funktionale Problembereiche "bearbeiten", denen sie sich bei knappen Ressourcen mit zyklisch (!) wechselnder Dringlichkeit zuwenden. Sie werden, teilweise abweichend von Parsons' Terminologie, als "adaptive", "instrumental" (goal attainment), "integretive" und "expressive" (Latency) bezeichnet⁶. So erläutert Weber z. B. den Phasenverlauf in den britischen Reihen ab 1795 wie folgt:

³ Siehe Kapitel 3 und 6 in Namenwirth u. Weber (s. Fußn. 1).

⁴ Siehe in diesem Band den Beitrag von Züll und Mohler.

⁵ Zur näheren Beschreibung siehe Namenwirth u. Weber (Fußnote 1), Kap. 2.

⁶ Siehe Namenwirth u. Weber (s. Fußn. 1), S. 73 - 76, 89 f.

"The war with France in the 1790s and the Second World War correspond to the Adaptive problem. Concern with the economic well-being of the nation is the hallmark of the Instrumental problem. The Integrative problem addresses the relationship among social classes and includes the extension of the franchise to the urban working class. The Expressive problem corresponds to the Irish Home Rule debate."⁷

Die Problemkomplexe entsprechen den "Themen", zu denen die Kategorien zusammengefaßt sind. Die Zuordnung der einzelnen Wertkategorien zu den Themen, also die Zuordnung der Indikatoren zu den theoretischen Konstrukten, ist nicht stabil, sie variiert über die einzelnen Epochen und zwischen den Nationen⁸. Unseres Erachtens sind die wechselnden Zuordnungen theoretisch nicht ausreichend kontrolliert, sondern ziemlich ad hoc vorgenommen worden. Auch die innerhalb einer Epoche getroffenen Zuordnungen werfen Fragen auf. Warum z. B. ist für die kapitalistische Periode "Rectitude Religious" dem "Instrumental Theme", "Rectitude Ethics" dem "Expressive Theme" und "Rectitude Total" dem "Integrative Theme" zugeschlagen?⁹

Die vermeintlich zyklischen Schwankungen in der Priorität der Themen werden vor allem auf ausgeprägte Verschiebungen in der Wählerschaft ("electoral realignment") zurückgeführt, hinter denen als kausal treibende Kraft die Abfolge der Generationen bzw. "population replacement" und Mitgliederaustausch in entscheidenden gesellschaftlichen Institutionen vermutet werden¹⁰. Die kürzeren, etwa fünfzigjährigen Zyklen werden u. a. im Sinne von Kondratieff-Wellen als Folge ökonomischer Entwicklungen interpretiert¹¹.

Die Zyklen sind in mehreren Schritten identifiziert worden. Die britischen Zeitreihen (auf die wir uns in unserer Re-Analyse beschränken) weisen keine gleichbleibenden Intervalle auf; die Thronreden wurden vor 1958 nicht regelmäßig, sondern in Abständen von drei Monaten bis drei Jahren gehalten. Weber hat deshalb jede dieser Reihen über Vier-Jahres-Intervalle aggregiert (A-Reihen): die Worthäufigkeiten jeder einzelnen Kategorie wurden von Thronrede zu Thronrede über vier Jahre addiert, sodann ihr Prozentanteil, gemessen an der aggregierten Nennhäufigkeit aller Kategorien, errechnet. In einem zweiten Ansatz wurden die einzelnen Reihen mit Hilfe eines asymme-

⁷ Ebd., S. 105.

⁸ Siehe ebd., S. 98, Fußn. 15.

⁹ Ebd., S. 106.

¹⁰ Ebd., S. 114 ff.

¹¹ Ebd., S. 93 ff.; Weber 1978 (s. Fußn. 2), S. 98 ff.

trischen Gleitmittelwertes mit einem Stützbereich von 9 Jahren gefiltert (M-Reihe) gemäß

$$Y_t = 1/m(Y_t + Y_{t+1} + \dots + Y_{t+m}),$$

"where Y_t is the new value and m is the length of the filter" ¹². Da der Gleitmittelwert zu regelmäßigen Intervallen führen soll (was normalerweise die Voraussetzung, nicht das Ergebnis seiner Anwendung ist), kann mit $m=9$ nur die Zahl der Jahre, nicht die Menge der Beobachtungen gemeint sein.

Aggregation und gleitende Durchschnitte können bekanntermaßen zyklische Komponenten in den Zeitreihen hervorrufen, die in den ursprünglichen Daten nicht vorhanden sind ¹³. Weber glaubt, sich durch die Wahl zweier unterschiedlicher Glättungsverfahren hinlänglich gegen das Auftreten methodischer Artefakte geschützt zu haben: Werden in der A-Version einer Reihe die gleichen L- oder K-Zyklen identifiziert wie in der M-Version, scheinen diese vom Glättungsverfahren unbeeinflusst zu sein ¹⁴.

Aus allen Zeitreihen wurde zunächst die lineare Trendkomponente als Funktion der Zeit mit einfacher Regressionsanalyse (OLS-Regression) eliminiert. An die trendbereinigten Reihen wurden sodann in einem iterativen Fitting-Verfahren Sinuskurven für die langen Zyklen (L-Zyklen) angepaßt. Die Iteration stoppte, wenn eine weitere Änderung von Periodenlänge, Phase oder Amplitude die Anpassung nicht mehr verbessern konnte. Als Kriterium für die Anpassungsgüte diente das Bestimmtheitsmaß (coefficient of determination) r^2 ¹⁵.

Soweit L-Zyklen auf diese Weise angepaßt werden konnten, "erklärten" sie im Durchschnitt 24 % der Varianz in den trendfreien britischen Zeitreihen (A-Reihen) der kapitalistischen Periode von 1795 - 1972 ¹⁶.

¹² Namenwirth u. Weber (s. Fußn. 1), S. 93, Fußn. 12.

¹³ Siehe unten die Ausführungen zur Filtertheorie.

¹⁴ Ebd., S. 122.

¹⁵ Zur Beschreibung des Verfahrens siehe Weber 1978 (siehe oben Fußnote 2), S. 87 ff.

¹⁶ In Namenwirth u. Weber (s. Fußn. 1) wird lediglich über die mit M-Reihen erzielten Ergebnisse berichtet, die mit den A-Reihen replizierbar sein sollen. Über die A-Reihen berichtet Weber aber in seiner Dissertation (s. Fußn. 2). Dabei treten einige bemerkenswerte Diskrepanzen auf. So wird z. B. für die aggregierte Reihe POWER PARTICIPANTS ein Hochpunkt für 1970 ausgewiesen, dem bei einer Periodenlänge von $\lambda = 156$ auch ein Hochpunkt in 1814 entspricht. Für die Gleitmittelreihe wird dagegen bei einer Periodenlänge von $\lambda = 183$ ein Hochpunkt für 1874 angegeben.

Die Wellenlängen schwanken in der ersten Untersuchungsperiode (1689 - 1795; 107 Jahre) zwischen 49 und 110 Jahren bei einer mittleren Wellenlänge (Median) von 72 Jahren, im zweiten Untersuchungszeitraum (1795 - 1972; 178 Jahre) zwischen 80 und 200 Jahren bei einem Median von 148 Jahren. Das bedeutet, daß in den weitaus überwiegenden Fällen keine einzige Wiederholung des L-Zyklus in den Daten beobachtet werden konnte. (Die K-Zyklen, die wir hier nicht näher betrachten, wurden nach Subtraktion der längeren Zyklen in gleicher Weise durch Anpassen einer Sinuskurve "identifiziert").

Für die inhaltliche Interpretation "standardisierte" Weber die Wellenlängen der einzelnen Zyklen auf den Median der jeweiligen Epoche:

"The most parsimonious and hence desirable assumption is that change in value concerns proceeds at one wavelength rather than at a different wavelength for different value or content categories. Therefore, the estimated wavelengths and peaks, or points of maximal concern, were standardized to the median wavelength and median peak year."¹⁷

Die entsprechende Formel lautet:

$$\text{standard peak} = (\text{original peak} * \text{median wavelength}) / \text{observed wavelength}$$

Diese Vorgehensweise halten wir für ziemlich problematisch, da sie ein zirkuläres Element in die Argumentation einführt. Die bereits erwähnte theoretische Interpretation der Zyklen muß sich doch auf die beobachteten Phasenkonstellationen zwischen den Reihen beziehen. Zumindest hätte die Standardisierung für die einzelnen Themengruppen getrennt erfolgen sollen. Die Frage, ob sich die identifizierten Zyklen der verschiedenen Kategorien tatsächlich gemäß den theoretisch interpretierten Themenwechseln gruppieren lassen, wollen wir hier aber nicht weiter verfolgen. Statt dessen konzentrieren wir uns auf die Methode, mit der die Zyklen allererst identifiziert worden sind.

Weber interpretiert und rechtfertigt die iterative Anpassung deterministischer Sinuskurven u. a. mit folgenden Hinweisen:

"Fitting sine curves to the data presumes that the underlying process is deterministic rather than stochastic. In fact, these data can be analyzed with either method (...) but different answers result. In the case of sine curves, the

¹⁷ Namenwirth und Weber (s. Fußn. 1), S. 95.

results indicate long-term dynamics that are not stochastic. One can also fit second- or third-order autoregressive models to the data. These suggest that the observed dynamics over time result from previous values of the variable plus random shocks. However, textual evidence strongly suggests, and the theoretical arguments presented support the contention, that long-term deterministic cycles in changing thematic concerns exist in these texts. Thus we prefer the deterministic to the stochastic model."¹⁸

Diese Bemerkungen scheinen uns auf einer Reihe von Mißverständnissen zu beruhen:

1. Die Vorstellung eines deterministischen Zyklus impliziert die Annahme, daß Periodenlänge, Amplitude und Phase der Wellenbewegung über Zeit konstant sind. Eine solche Annahme ist aus keiner uns bekannten soziologischen Theorie kultureller Entwicklung ableitbar und dürfte auch kaum mit bisher vorliegenden empirischen Beobachtungen vereinbar sein. Das von Namenwirth und Weber herangezogene AGIL-Schema beispielsweise läßt allenfalls Prognosen zu, wonach bestimmte Themenkomplexe in sozialen Systemen sukzessive und in einer wiederkehrenden Folge unterschiedlicher Intensitäten bearbeitet werden. Daß den unterschiedlichen Themenkomplexen in den Phasen ihrer jeweiligen Hochkonjunktur die gleiche Zeitspanne erhöhter Aufmerksamkeit gewidmet wird oder daß themenspezifische Periodenlängen über lange Zeiträume konstant sind, läßt sich aus den Thesen von Parsons (und Bales) nicht ableiten. Die Annahme deterministischer Wertezyklen kollidiert sogar mit Namenwirths und Webers Erklärungsversuchen: Weder verlaufen die als Einflußfaktoren genannten Wählerschichtungen noch die ökonomischen Auf- und Ab-Bewegungen deterministisch. Auch die Prozesse der Generationenbildung (bzw. "population replacement"), die die Wertezyklen kausal antreiben sollen, sind in ihrem Ablauf sicher nicht deterministisch.

2. Wenn eine zyklische Bewegung nicht deterministisch verläuft, kann es dennoch u. U. pragmatisch sinnvoll sein, diese Komponente mit einem deterministischen Modell grob zu beschreiben und anschließend aus der Zeitreihe zu eliminieren, um, beispielsweise, irreguläre Schwankungen visuell deutlicher hervortreten zu lassen¹⁹. Im vorliegenden Falle gilt jedoch gerade

¹⁸ Ebd., S. 94.

¹⁹ Dabei kann man sich bestimmter Hilfsmittel bedienen, zum Beispiel: Je stärker sich ein zyklischer Prozeß einer deterministischen Verlaufsform nähert, um so stärker geht die entsprechende Spektraldichte von einem Band- in ein Linienspektrum über,

den Zyklen das besondere Interesse der Forscher. Da sie von Seiten der "inhaltlichen" Theorie nicht als deterministisch ausgewiesen werden können, ist es zumindest fraglich, ob sie sich durch deterministische Modelle hinreichend genau (nur für die Beobachtungsperiode) beschreiben lassen. Schon geringfügige Phasenverschiebungen können sich fatal auswirken, wenn die zur Debatte stehende Theorie explorativ aus beobachtbaren Phasenkonstellationen und Zyklenkohärenzen abgeleitet oder gar anhand solcher Konstellationen getestet werden soll. Auf keinen Fall kann die Frage der Adäquanz eines deterministischen Modells mit Hilfe einer reinen Fittingprozedur beantwortet werden. Wenn Weber eine spektralanalytische Zerlegung mit dem Argument zurückweist, sie erfordere Zeitreihen, die siebenmal so lang seien wie die Zyklusperiode,²⁰ so trifft dies seine eigene Methode erst recht. Um einen deterministischen Zyklus nachweisen oder auch nur entsprechende Annahmen empirisch stützen zu können, muß man den Zyklus in mehrfacher Wiederholung beobachtet haben. Eine sich nicht wiederholende Sinuskurve kann man an viele Reihen auch dann anpassen, wenn kein deterministisch-zyklischer, ja nicht einmal ein pseudoperiodischer Prozeß gegeben ist. So z. B. können Random-Walk-Prozesse wechselnde stochastische Trendverläufe ("drift") aufweisen, an die sich innerhalb einer begrenzten Untersuchungsperiode leicht eine Sinuskurve iterativ anpassen ließe. Eine sich nicht wiederholende Sinuskurve anpassen zu können, beweist hinsichtlich der stochastischen oder deterministischen Eigenschaften der zu analysierenden Reihe nichts.

3. Die Sinusmodelle, die Namenwirth und Weber angepaßt haben, sind außerdem mit dem großen Nachteil behaftet, daß ihre Parameter nicht statistisch testbar sind; jedenfalls wird für die iterative "Schätz"prozedur keine wahrscheinlichkeitstheoretische Verankerung angegeben. Webers Bemerkung: "when the population of speeches is analyzed and classical inferential statistics are inappropriate ..." ²¹ ist irreführend. Man will ja in der statistischen Zeitreihenanalyse stets von den Beobachtungsdaten (die allemal von Meßfehlern und sonstigen Zufallseinflüssen mit bestimmt sind) auf den "dahinter liegenden" Erzeugungsprozeß schließen, ihn "modellieren". Das

während die Autokorrelationsfunktion weniger stark gedämpft wird. Außerdem nimmt bei deterministischen Zyklen die im Periodogramm für die entsprechende Frequenz ausgewiesene Dichte proportional zur Länge der beobachteten Zeitreihe zu - ein Tatbestand, den man ebenfalls für diagnostische Zwecke nutzen kann. Siehe hierzu J. M. Gottman, *Time-Series Analysis. A Comprehensive Introduction for Social Scientists* (Cambridge u. a. 1981).

²⁰ Siehe Namenwirth u. Weber (s. Fußn. 1), S. 94.

²¹ Siehe Namenwirth u. Weber, *Dynamics* (Fußn. 1), S. 122.

setzt voraus, daß man die beobachteten Werte (die zudem aus einer diskreten Stichprobe stammen, die aus einem zeitkontinuierlichen Prozeß gezogen wurde) als Realisationen eines mehrdimensionalen Zufallsprozesses betrachtet.

Fassen wir unsere bisherige Argumentation zusammen: Ein sauberes methodisches Vorgehen muß zwei Aspekte trennen: (a) die Identifikation der Zyklen, die in einer Beobachtungsreihe vielleicht vorhanden sind; (b) ihre stochastische oder deterministische Modellierung, falls sie identifiziert werden können. Die Identifikationsinstrumente dürfen in ihrer Anwendung nicht schon selbst das Modell, nicht einmal den Modelltyp voraussetzen. Ein solches Instrument zur Identifikation von Zyklen liefert die Theorie linearer Filter, deren Grundgedanken wir im nächsten Abschnitt skizzieren²².

2. Zur Theorie linearer Filter

Bei der Identifizierung von Zyklen hat sich die Forschung bislang meist auf das "klassische" Komponentenmodell gestützt. Grundlegend für dieses Modell ist die Annahme, daß eine Zeitreihe die Summe (das Produkt) verschiedener Komponenten darstellt. Meist geht man dabei von den 4 Komponenten Trend, Konjunktur, Saison und Zufall aus. Für den Nachweis von Zyklen verfährt man dabei i.d.R. so, daß zuerst der Trend der Reihe bestimmt und dieser dann von den Originalwerten subtrahiert wird. Als Trend kommen entweder deterministische Funktionen der Zeit oder gleitende Mittelwerte zur Anwendung. Das Ergebnis einer solchen Trendbereinigung ist die trendfreie Reihe, die dann gemäß den Annahmen des Komponentenmodells die Komponenten Konjunktur, Saison und Zufall enthält. Unterstellt man Jahreswerte, was wir im folgenden tun wollen, verbleiben Konjunktur und Zufall. Um den Zufall auszuschalten, wird die trendfreie Reihe - meist mit Hilfe gleitender Mittelwerte - geglättet. Das Ergebnis - die glatte Komponente - wird als Konjunktur interpretiert. Obwohl der hier skizzierte Ablauf als sehr vereinfachtes Schema bezeichnet werden kann, entspricht er grundsätzlich, auch wenn ihm noch einige statistische Raffinessen hinzugefügt werden, dem traditionellen Vorgehen. Gegen dieses auch heute noch am meisten angewandte Verfahren sind einige schwerwiegende methodologische Einwände vorgebracht worden:

- 1) Die Festlegung einer bestimmten Trendfunktion läßt sich substanzwissenschaftlich meist nicht begründen. Die Entscheidung des Forschers z.B. für

²² Vgl. den Beitrag von Winfried Stier in diesem Band.

eine logistische oder Exponentialfunktion als Trendkurve ist immer mehr oder weniger willkürlich.

2) Auch das Ausmaß der Glättung, also die Länge des Stützbereichs der gleitenden Mittelwerte, läßt sich substanzwissenschaftlich kaum begründen; ob z.B. ein gleitender Mittelwert der Länge 9 oder 13 genommen wird, kann ohne zusätzliche Informationen kaum entschieden werden.

3) Viele Verfahren der Trendbereinigung und auch der Glättung stehen in dem Verdacht, künstliche Zyklen zu erzeugen (Slutzky-Effekt).

Diese Überlegungen zeigen, daß beim "klassischen" Komponentenmodell die Ergebnisse nicht frei sind von der Willkür des Forschers und zudem immer die Gefahr besteht, daß die gefundenen Zyklen durch die benutzten statistischen Verfahren künstlich erzeugt wurden. Aus diesen Gründen hat sich gegenüber diesem Vorgehen eine starke Methodenskepsis etabliert.

Abhilfe bei diesen Schwächen schien die in den 70er Jahren vor allem in der ökonomischen Forschung sich durchsetzende Spektralanalyse zu bringen. Die Spektralanalyse erlaubt bekanntermaßen die Identifikation der zyklischen Struktur einer Reihe, ohne daß diese vorab transformiert, d.h. geglättet werden muß. Das Ergebnis der Spektralanalyse ist das geschätzte Spektrum, das nicht nur Auskunft über die vorhandenen Zyklen, sondern auch über deren Bedeutung für die Gesamtvarianz der Reihe gibt. Mit Hilfe der Spektralanalyse sind einige umfangreiche Untersuchungen vor allem über das Konjunkturmuster durchgeführt worden. Erst die empirische Analyse langfristiger Zyklen hat auf die meist nicht erfüllten Anwendungsvoraussetzungen und Schwächen der Spektralanalyse deutlich hingewiesen.

Die Spektralanalyse basiert auf der Theorie der (schwach) stationären stochastischen Prozesse, d.h., die Ergebnisse können nur dann eine gewisse Signifikanz beanspruchen, wenn die zu analysierenden Zeitreihen schwach stationär sind, vor allem also keinen Trend aufweisen. Da die meisten Zeitreihen jedoch einen Trend zeigen, können diese Reihen - jedenfalls nicht unmittelbar - mit Hilfe der Spektralanalyse untersucht werden. Da die Spektralanalyse nur auf trendfreie Reihen sinnvoll angewandt werden kann, müssen die Zeitreihen vorab trendbereinigt werden. Die mit der Trendbereinigung verbundene Problematik bezüglich der spektralanalytischen Ergebnisse wurde in den meisten Untersuchungen nicht in der notwendigen Schärfe diskutiert. Erst allmählich hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, daß die Art der Trendbereinigung die Ergebnisse wesentlich determiniert. Dies umso stärker, je kleiner die Frequenz der zu analysierenden Zyklen ist. M.a.W., gerade bei der Suche nach Langfristzyklen hängen die spektralanalytischen Ergebnisse

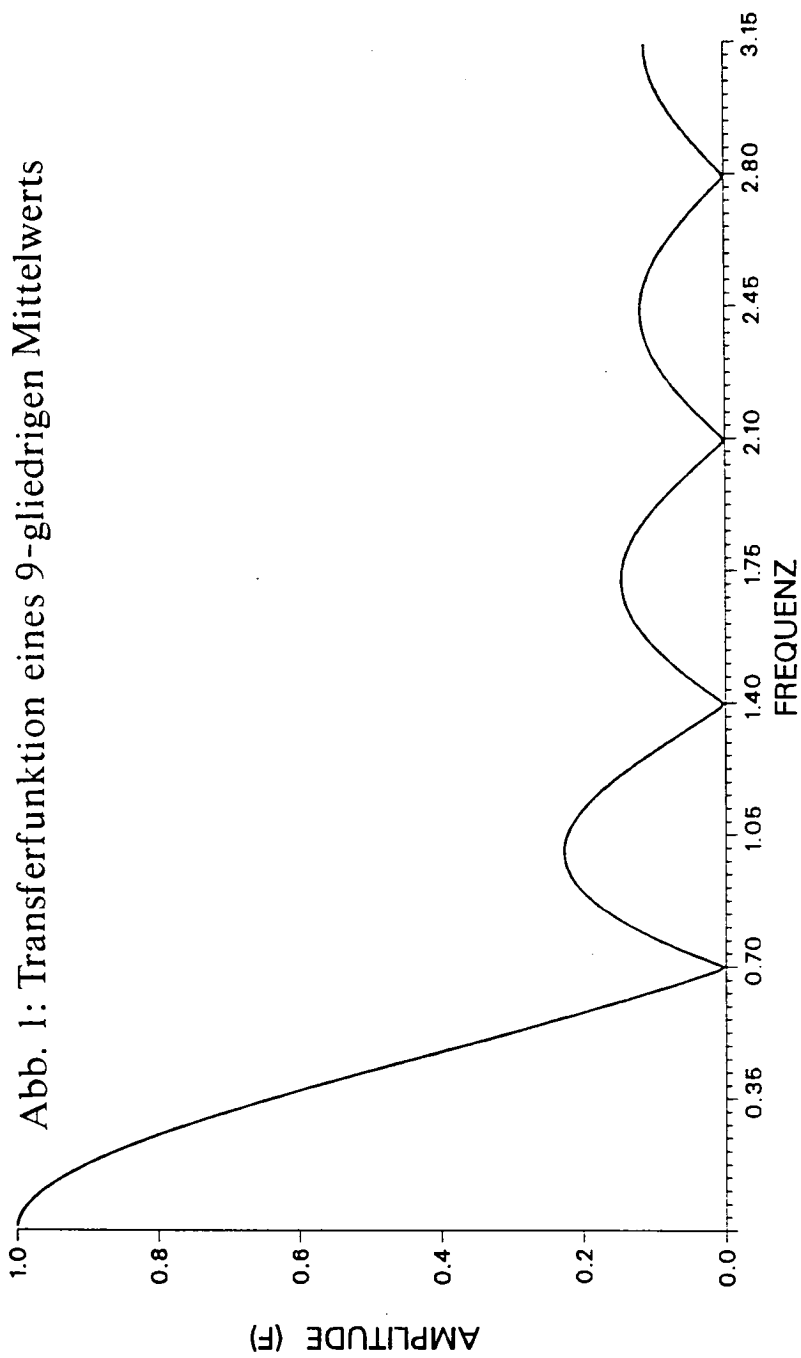
wesentlich von der durchgeführten Trendbereinigung ab. So kann man zeigen, daß der spektralanalytische Nachweis der sog. Kondratieffzyklen primär von der Art der Trendbereinigung abhängt.

Sowohl die Kritik an dem Komponentenmodell als auch die Einsicht in die starken Beschränkungen der Spektralanalyse haben zu völlig neuen Forschungen auf diesem Gebiet Anlaß gegeben. Vor allem die Erfahrungen bei der Suche nach "langen Wellen", aber auch die Suche nach einem "idealen" Saisonbereinigungsverfahren haben zur Entwicklung eines neuen methodischen Instrumentariums der Zeitreihenanalyse geführt, den sog. Filterverfahren. Als Filter bezeichnet man, vereinfacht ausgedrückt, ein Rechenverfahren (Algorithmus) mit dem man eine Input-Zeitreihe in eine Output-Zeitreihe transformiert. Eine Zeitreihe kann man als Summe sehr vieler sich überlagernder Schwingungen unterschiedlicher Schwingungsdauer auffassen. Deshalb kann man auch sagen, daß bei der Filterung bestimmte Schwingungen in die Outputreihe übertragen werden und andere nicht. Benutzt man statt des Begriffs "Schwingung" den der "Frequenz", kann man auch sagen, daß ein Filter den Frequenzgehalt einer Zeitreihe verändert. In der Praxis lassen sich verschiedene Filtertypen unterscheiden, je nach dem, welche Schwingungen übertragen werden. Ein Filterverfahren, mit dem man den Trend eliminiert, überträgt nur Schwingungen kurzer Dauer (hochfrequente Schwingungen), hier spricht man von einem Hochpass. Ein Filter, der nur Schwingungen langer Dauer (niederfrequente Schwingungen) überträgt, wird als Tiefpass bezeichnet.

Wie ein bestimmtes Verfahren - ein bestimmter Filter - den Frequenzgehalt der Inputreihe verändert, läßt sich nun - und das ist der entscheidende Vorteil dieses Ansatzes - mit Hilfe der Filtertheorie genau berechnen. Für alle linearen zeitinvarianten Filter läßt sich die sog. Transferfunktion berechnen, mit deren Hilfe die Übertragungseigenschaften des Filters angegeben werden können. Ein Wert der Transferfunktion von 1 zeigt, daß die zugehörige Frequenz unverändert übertragen wird. Ein Wert von Null bedeutet, daß die entsprechenden Frequenzen bei der Filterung vollständig eliminiert werden. Der Frequenzbereich, in dem die Transferfunktion den Wert 1 (0) hat wird als Paßband (Stoppband) bezeichnet.

Nach diesen Überlegungen wird klar, daß auch ein gleitender Mittelwert nichts anderes ist als ein Filter. Da er eine lineare zeitinvariante Transformation darstellt, läßt sich auch seine Transferfunktion berechnen. Für die von Namenwirth/Weber benutzten 9-gliedrigen Mittelwerte hat die Transferfunktion die in Abb. 1 dargestellte Form.

Abb. 1: Transferfunktion eines 9-gliedrigen Mittelwerts



Es zeigt sich, daß alle Frequenzen zwischen $1/9$ und 0 abgeschwächt übertragen werden. Die Funktion hat bei $1/9$ ihre erste Nullstelle, so daß alle Schwingungen mit dieser Frequenz vollständig eliminiert werden. Da die Transferfunktion in keinem Bereich Werte größer als 1 hat, entstehen keine Slutzky-Effekte.

Da zahlreiche substanzwissenschaftliche Fragestellungen auf Filter mit ganz unterschiedlichen Transferfunktionen hinauslaufen, war es von Anfang an das Ziel, ein Verfahren zu finden, mit dem sich beliebige Transferfunktionen realisieren lassen. Realisiert wurde dieses Vorhaben mit einem neu entwickelten Filterverfahren, das gegenüber traditionellen Verfahren einige bedeutsame Vorteile aufweist. Bei diesem Verfahren wird der gesamte Filterprozeß (also Spezifikation der Transferfunktion und die eigentliche Filterung) direkt im Frequenzbereich vollzogen. Die Vorgehensweise ist - stark vereinfacht - etwa die folgende.

Gemäß dem substanzwissenschaftlichen Ansatz werden die Frequenzen spezifiziert, die übertragen (eliminiert) werden sollen. Daraus resultiert eine bestimmte Transferfunktion, deren Paß- und Stoppband entsprechend diesen Definitionen festgelegt wird. Für die Filterung wird nun die Zeitreihe in den Frequenzbereich transformiert (praktisch mit Hilfe der Fast Fourier Transformation). Das Ergebnis ist die sog. Fourier-Transformierte. Diese wird nun gemäß der vorgegebenen Transferfunktion verändert, d. h. im Paßbandbereich (Stoppbandbereich) mit 1 (0) multipliziert. Das Ergebnis wird in den Zeitbereich zurücktransformiert (mathematisch mit Hilfe der Inversen Fourier Transformation), womit man als Ergebnis die gefilterte Zeitreihe erhält.

Dieses Verfahren erfüllt nachweislich wichtige Voraussetzungen, die man an Filter stellen muß:

- 1) Die Transferfunktion ist exakt 1 (0) im Paßband (Stoppband)
- 2) Paß- und Stoppband sind völlig variabel, damit läßt sich jeder gewünschte Filtertyp spezifizieren.
- 3) Der Filter erzeugt keine Verzögerungen zwischen Input und Output; hier sagt man auch, daß die Phase identisch Null im gesamten Frequenzbereich ist.

Die letztgenannte Forderung ist nicht selbstverständlich und für die empirische Forschung von großer Bedeutung. Hat ein Filter nämlich eine Phase, die nicht gleich Null ist, bedeutet dies, daß bei der Zyklusanalyse unerwünschte Verschiebungen der Hoch- und Tiefpunkte eintreten.

Der entscheidende Vorteil des Filter-Design Ansatzes besteht darin, daß sich die Amplitudenfunktionen und damit die Filter für beliebig definierbare

Schwingungskomponenten exakt realisieren lassen. Ergebnis der Filterung sind die jeweiligen in der Zeitreihe enthaltenen Schwingungen, deren Schwingungsdauer dem Paßband der vorgegebenen Amplitudenfunktion zuzuordnen ist. Damit ist gewährleistet, daß evtl. vorhandene Schwingungen so als Zeitreihe dargestellt werden, wie sie als erzeugende Komponenten dem Gesamtprozeß zugrunde liegen. Stellt man sich z.B. eine Zeitreihe vor, die aus mehreren sich überlagernden periodischen Schwingungen mit unterschiedlicher Amplitude und Periodendauer zusammengesetzt ist, so erlaubt der Filter - bei entsprechender Amplitudenvorgabe - die exakte Reproduktion jeder einzelnen dieser Schwingungen. Darüber hinaus ist gewährleistet, daß der Filter keine Schwingungen erzeugt, die in der zu filternden Reihe gar nicht vorhanden sind. Wird also das Paßband des Filters so gewählt, daß ihm entsprechende Schwingungen in der Reihe nicht vorhanden sind, ist das Ergebnis des Filters praktisch eine Null-Linie.

Diese Eigenschaften haben für die Interpretation der Ergebnisse weitreichende Konsequenzen, und zwar in zweierlei Hinsicht. Der Filter reproduziert - wie bereits erwähnt - genau und damit ausschließlich die Komponenten, deren Periodendauer dem Paßband des Filters entspricht. D.h., der Filteroutput ist genau in dieser Form Bestandteil des Filterinputs. Darin unterscheidet sich dieser Ansatz von allen Verfahren, bei denen die gesuchten Komponenten geschätzt werden. Die Spezifikation der Amplitudenfunktion und das eigentliche Filtern erfolgen gänzlich unabhängig von irgendwelchen schätztheoretischen Überlegungen oder Kriterien. Der Filter-Design Ansatz kann in diesem Sinne als parameterfreies Verfahren betrachtet werden, worin sicherlich ein entscheidender Vorzug gegenüber den traditionellen Ansätzen zu sehen ist. Bei diesem Verfahren werden also keine Modelle vorausgesetzt, deren Parameter zu schätzen wären.

Der zweite hier zu berücksichtigende Punkt betrifft die definitorische Festlegung der gesuchten Komponenten und die Möglichkeit, den Realitätsgehalt und die Bedeutung der gefilterten Komponenten zu beurteilen. Da, wie bereits erwähnt, dieses Verfahren die Operationalisierung beliebiger Definitionen erlaubt, wird z. B. der Trend nicht als ein spezifischer Funktionstyp festgelegt, sondern es werden die Frequenzkomponenten definiert, die den Trend konstituieren sollen. Welche aber sind das: Sind es alle Schwingungen mit einer Dauer von Unendlich bis 100 Jahren oder von Unendlich bis zu 200 Jahren: Hier zeigt sich sehr rasch, daß viele substanzwissenschaftliche Begriffe, wie z.B. Trend oder Zyklus, in aller Regel viel zu ungenau sind, um ohne weitere Annahmen operationalisiert werden zu können. Da selbstver-

ständig das resultierende Ergebnis von der jeweiligen Definition (im Frequenzbereich) abhängt, ist offensichtlich, daß der zugrundeliegenden Definition entscheidende Bedeutung zukommt. Im Falle der Trenddarstellung hängt der resultierende Trendverlauf eben von der verwendeten Trenddefinition ab.

Nicht anders ist es beim Zyklus. Die Form des gefundenen Zyklus wird sich in Abhängigkeit von der vorgegebenen Zyklendefinition gestalten. Die Beurteilung von zyklischen Prozessen im Hinblick auf ihren Realitätsgehalt wird in der Praxis noch dadurch erschwert, daß konkrete Zeitreihen Schwingungskomponenten aller Frequenzbereiche enthalten.

Als Problem bleibt: Wie - anhand welcher Kriterien - läßt sich der Realitäts- oder Bedeutungsgehalt der extrahierten Komponenten beurteilen? Anders gefragt, wie läßt sich die Definition der zu extrahierenden Komponenten so festlegen, daß diesen ein forschungsspezifischer Bedeutungsgehalt zukommt? Für eine Beantwortung dieses Problems muß man sich zu allererst fragen, was es bedeutet, den Realitätsgehalt bestimmter Zeitreihenkomponenten beurteilen zu wollen. Mit dem Realitätsgehalt ist offensichtlich die Vorstellung verbunden, daß die gefilterte Komponente für die zugrunde liegende Zeitreihe von herausragender Bedeutung ist. Und zwar herausragend im Vergleich zu anderen Schwingungskomponenten (mit ähnlichem Erklärungswert). Für den Gesamtprozeß, der durch die trendfreie Reihe repräsentiert wird, muß die herausgefilterte (Zyklen-)Komponente einen "wesentlichen" Beitrag liefern.

Zur Beurteilung dieses Problems zieht man in der Forschung häufig die durch die jeweilige Komponente erklärte Varianz heran. Dieser Maßstab (im allgemeinen das Quadrat des Pearson Produkt-Moment Korrelationskoeffizienten r) ist aber sowohl für die Festlegung der Definition als auch für die Beurteilung des Realitätsgehalts wenig geeignet. Erstens nimmt die erklärte Varianz bei einer Vergrößerung des Paßbandes prinzipiell zu und zweitens bleibt das Amplitudenverhältnis der beiden Komponenten in dieser Maßzahl unberücksichtigt²³.

U. E. kann im Augenblick nur die Spektralanalyse Hinweise auf die in trendfreien Reihen enthaltenen dominierenden zyklischen Prozesse liefern. Um hier Mißverständnissen vorzubeugen: Der Filter-Design-Ansatz hat nichts mit der Spektralanalyse zu tun. Die Spektralanalyse ist ein Verfahren, mit dem für trendfreie Reihen - also stationäre Prozesse - die Struktur der zugrunde liegenden Zyklen geschätzt wird, während es sich beim Filtern um eine Transformation von Prozessen gemäß vorgegebener Kriterien handelt.

²³ Vgl. unten die Ausführungen zu unserer Tabelle 1.

Wenn hier nach dem Bedeutungsgehalt spezifischer Komponenten für den Gesamtprozeß gefragt wird, so lassen sich erste Hinweise auf solcherart bedeutende Komponenten am besten mit Hilfe der Spektralanalyse ableiten. Gemäß den spektralanalytischen Ergebnissen können dann entsprechende Filter bzw. Amplitudenfunktionen gewählt werden. Die Ergebnisse der Filter stellen die real-historische Ausformung der Komponenten im Zeitbereich dar und sind damit die Grundlage für die substanzwissenschaftliche Beschreibung und Erklärung des gesuchten Prozesses.

Das hier skizzierte Vorgehen trägt der Tatsache Rechnung, daß sich die Existenz von Zyklen streng genommen nur mittels einer explorativen Datenanalyse nachweisen läßt. Insofern erscheinen auch die von Namenwirth und Weber durchgeführten Fitting Prozeduren wenig geeignet, da bekannt ist, daß sich an konkrete Zeitreihen eine Vielzahl unterschiedlicher Kurven anpassen läßt und daß es für die Beurteilung der Güte der Anpassung keine wirklich "harten" Kriterien gibt. Der Nachweis von zyklischen Komponenten birgt immer die Gefahr, daß genau das bestätigt wird, was der Forscher erwartet.

Da wir uns bei den folgenden Berechnungen an den von Namenwirth und Weber aufgestellten Hypothesen über die Existenz von Zyklen orientieren, spielt die normalerweise substanzwissenschaftlich zu begründende Definition der zu extrahierenden Komponenten hier vorerst nur eine untergeordnete Rolle. Daß trotzdem gegenüber diesen Autoren abweichende Ergebnisse erwartet werden können, liegt in der Tatsache begründet, daß beim Filtern die herausgefilterte Reihe in der jeweiligen Form immer schon Bestandteil der zu filternden Zeitreihe ist, was beim Kurven-Fitting ja nicht der Fall ist.

Darüber hinaus führen wir alternative Berechnungen durch, die auf unterschiedlichen Komponentendefinitionen beruhen, da wir die Annahmen von Namenwirth und Weber für zu restriktiv halten. Diese auf unterschiedlichen Definitionen beruhenden Berechnungen sollen vor allem Problematik und jeweilige Aussagefähigkeit der Ergebnisse demonstrieren.

3. Analyseergebnisse

Aus Webers Liste erfolgreich identifizierter L-Zyklen für den Zeitraum von 1795 bis 1972 haben wir, mehr oder weniger willkürlich, zehn Zeitreihen ausgewählt²⁴, bei denen die jeweils angepaßte Sinuskurve laut Weber zwischen 9 % und 54 % der Gesamtvarianz der trendbereinigten Reihe aus-

²⁴ Wir danken R. Ph. Weber, der uns seine Daten zur Verfügung stellte. Geringfügig abweichend von der in seiner Arbeit gegebenen Periodisierung der kapitalistischen Epoche, sind die uns überlassenen Aggregatdaten von 1798 bis 1974 datiert.

macht. Wir beschränken uns hier auf die vierjährlich aggregierten Daten, die weniger stark geglättet sind als die Gleitmittelreihen. In dem Band von Nannenwirth und Weber²⁵ finden sich nur Angaben zu den Gleitmittelreihen; entsprechende Informationen über die aggregierten Reihen sind jedoch Webers Dissertation²⁶ zu entnehmen.

Wir haben die im vorigen Abschnitt skizzierte Filtermethode in verschiedener Weise eingesetzt und die dabei erzielten Ergebnisse mit Webers Sinuskurven verglichen. In einem ersten Ansatz (im folgenden: "Methode 1") wurden aus den Zeitreihen alle Schwingungskomponenten mit einer Periodenlänge von über 200 Jahren eliminiert. Dies entspricht dem üblichen Vorgehen, dem "Trend" alle Schwingungen zuzuweisen, deren Periodenlängen über die Länge des Beobachtungszeitraumes hinausgehen. Mit einem weiteren Filter wurden sodann aus den Restreihen alle Schwingungskomponenten extrahiert, die eine Länge zwischen 90 und 200 Jahren aufweisen. Das heißt, wir isolieren und bündeln in jeder der zehn Zeitreihen die Schwingungen desjenigen Frequenzbereichs, den Weber für seine "long cycles" in Anspruch nimmt. (Einer seiner Zyklen, RECTITUDE ETHICS, ist mit einer Periode von $\lambda = 208$ etwas länger, eine Reihe, POWER-ARENA, die hier nicht betrachtet wird, ist mit $\lambda = 80$ etwas kürzer.) Danach konnte geprüft werden, ob diese Schwingungen überhaupt als periodisch anzusehen und wie im Vergleich zu Webers Sinuskurven die Hoch- bzw. Tiefpunkte plaziert sind.

In einem zweiten methodischen Zugang ("Methode 2") haben wir Webers eigene Trenddefinition übernommen, also lediglich die lineare Trendkomponente aus den Zeitreihen eliminiert und aus der bereinigten Reihe die Schwingungskomponenten mit einer Periodenlänge von $\lambda > 90$ herausgefiltert. Die so extrahierten Komponenten wurden wiederum nach ihrer Periodizität und der Lage der Hoch- und Tiefpunkte beurteilt.

In einem dritten Schritt ("Methode 3") haben wir nach der linearen Trendbereinigung aus der Restreihe nur diejenigen Schwingungskomponenten herausgefiltert, deren Frequenzen derjenigen Sinuskurve entsprechen, die Weber spezifisch für diese bestimmte Reihe angepaßt hat. Das heißt, es wurden alle Schwingungskomponenten eliminiert, deren Periodenlängen um mehr als (ungefähr) ± 5 Jahre von der Periodenlänge der "gefitteten" (deterministischen) Sinuskurve abweichen. Webers These ist ja, daß die kulturelle Entwicklung von einer bestimmten, deterministisch ablaufenden Problemlösungsdynamik angetrieben wird. Wenn diese These stimmt, muß sich

²⁵ Siehe oben Fußnote 1.

²⁶ Siehe oben Fußnote 2.

der entsprechende Zyklus in der beobachteten Reihe mit einem relevanten Varianzanteil auffinden lassen, nachdem das Gemenge von Schwingungskomponenten anderer Frequenzen aus der Reihe eliminiert worden ist.

Wir wollen zunächst die einzelnen Verfahrensschritte anhand der Reihe RECTITUDE-ETHICS veranschaulichen:

Abb. 2 zeigt die aggregierte Reihe sowie den Trend, der mit Hilfe des Tiefpass-Filters bestimmt wurde, der Schwingungslängen von ∞ bis zu 200 Jahren reproduziert. Abb. 3 bringt die um diesen Trend bereinigte Reihe (gezackte Linie), die alle Schwingungen (einschließlich "white noise") mit der Periodenlänge $2 < \lambda < 200$ Jahren enthält (Hochfrequenzreihe). Außerdem zeigt sie mit der glatten Linie die zusammengefaßten Schwingungen, die eine Periodenlänge von $200 > \lambda > 90$ aufweisen. Sie verlaufen nicht streng periodisch; das linke Wellental ist länger als das rechte und weniger tief. Ein Hochpunkt läßt sich für das Jahr 1902 ermitteln, während Weber einen Hochpunkt für das Jahr 1880 (standardisiert: 1875) festgestellt hat. Tiefpunkte in den Jahren 1950 und 1848/49 legen eine Periodenlänge (wenn überhaupt) von etwa 100 Jahren nahe. Weber hingegen hat hier eine Periodenlänge von 176 Jahren ermittelt.

Im nächsten Analyseschritt (Methode 2) wird die Reihe als erstes um den linearen Trend (eingezeichnet in Abb. 4) bereinigt. Die Restreihe ist in der gezackten Linie der Abb. 5 sichtbar. Die glatte Linie in Abb. 5 stellt alle (zusammengefaßten) Schwingungskomponenten der trendfreien Reihe mit $\lambda > 90$ dar. Die Periodizität verschwindet nun noch mehr; der linke, sehr flache Tiefpunkt liegt bei 1806, also fast doppelt so weit vom Hochpunkt (in 1901) entfernt wie der rechte Tiefpunkt (1953) - nicht gerade ein Beleg für einen deterministischen Zyklus. Selbst wenn man die in der rechten Hälfte sichtbare Welle als periodisch auffassen wollte, wären ihr Hochpunkt und ihre Länge (wiederum etwa 100 Jahre) mit Webers Sinuskurve nicht vereinbar.

Bei der dritten Analysevariante werden nach der linearen Trendbereinigung aus der Restreihe in einem engen Frequenzband nur diejenigen Schwingungskomponenten extrahiert, die der Sinuskurve entsprechen, die Weber an diese Reihe angepaßt hat (siehe glatte Linie in Abb. 6). Diese "Schwingungen" weichen nur noch geringfügig, optisch nicht mehr wahrnehmbar, von einer Abszissenparallele im Nullpunkt ab. (Auch Weber hat für seine Sinuskurve in diesem Fall nur 9 % Varianzanteil reklamiert.) Numerisch läßt sich ein Hochpunkt für das Jahr 1810 ermitteln - 70 Jahre vor dem Peak, den Weber identifiziert hat. Akzeptiert man den Tiefpunkt im Jahre 1892 als Pe-

Abb. 2: Rectitude-Ethics

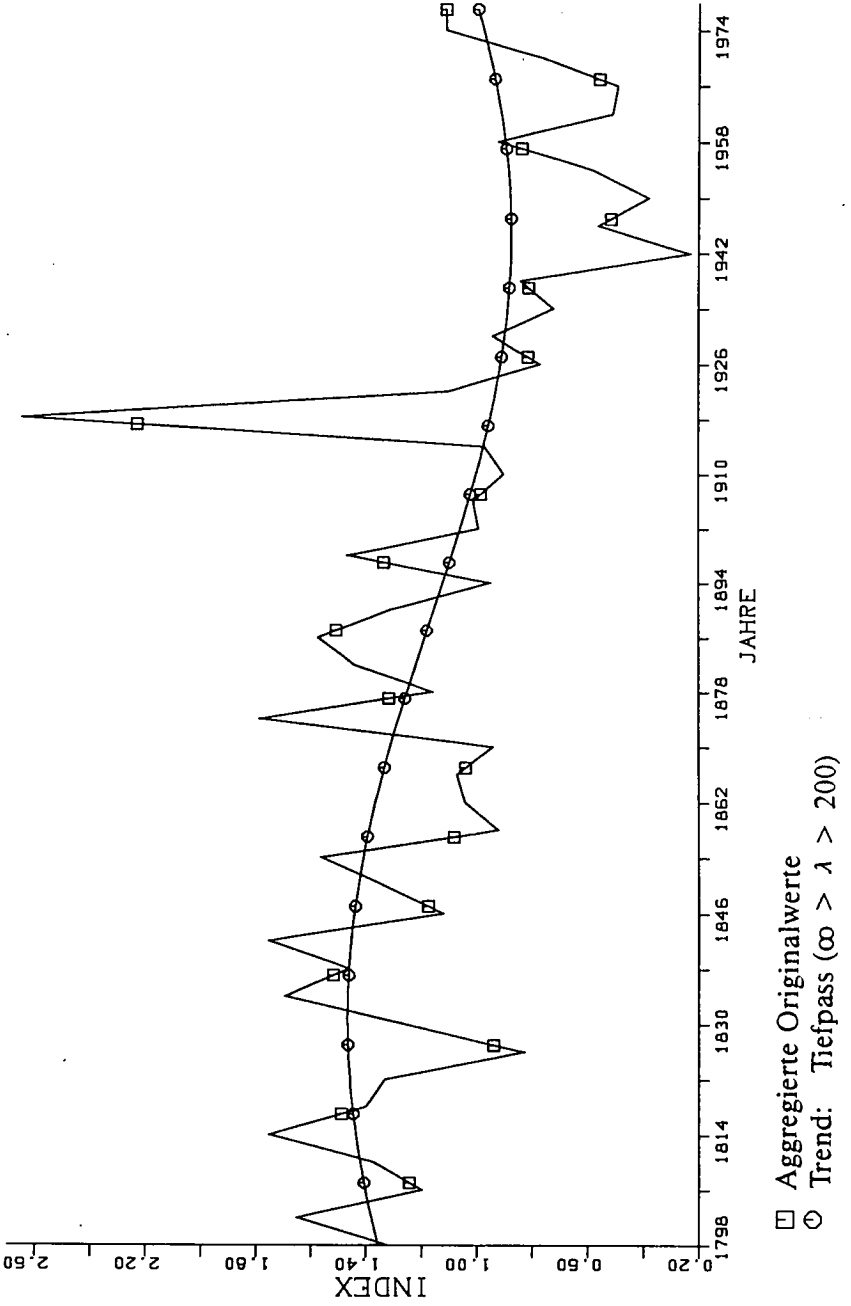
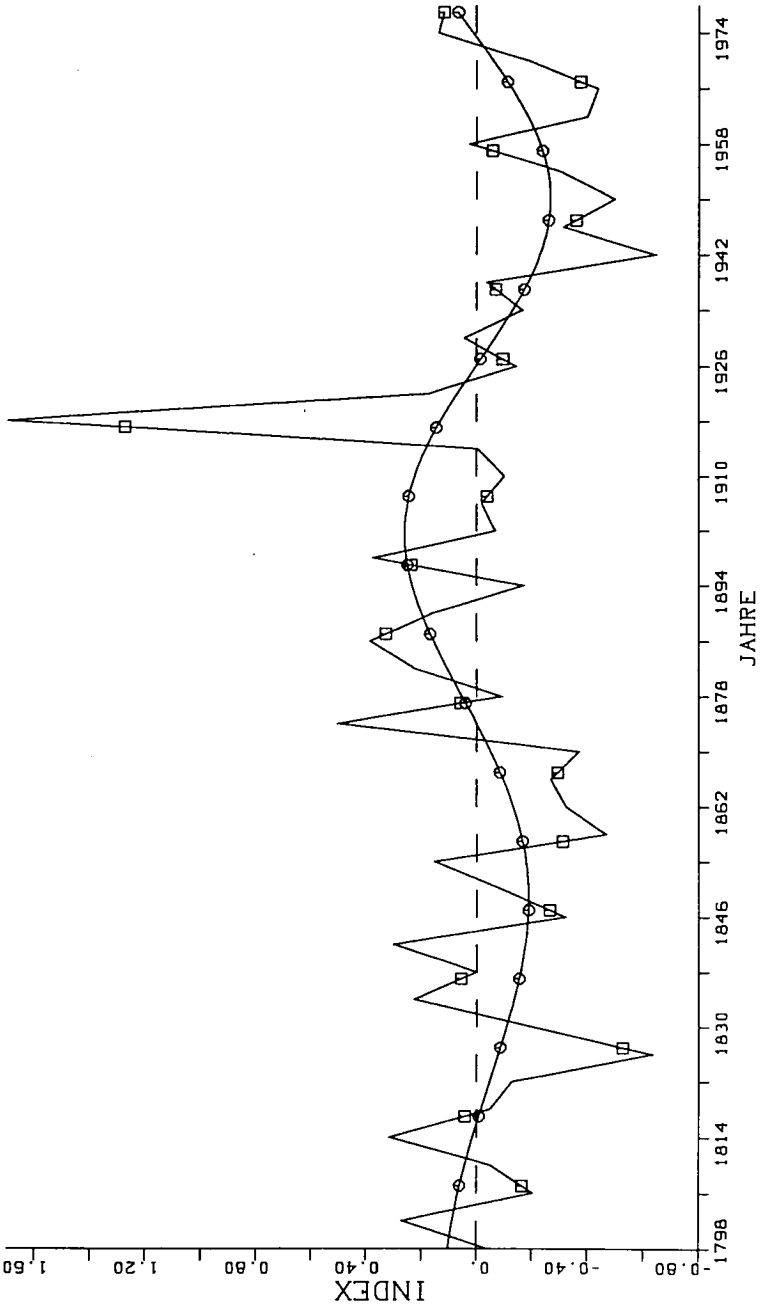


Abb. 3: Rectitude-Ethics



□ Trendfreie Werte: Hochpass ($200 > \lambda > 2$)
 ○ Glatte Komponente: Bandpass ($200 > \lambda > 90$)

Abb. 4: Rectitude-Ethics

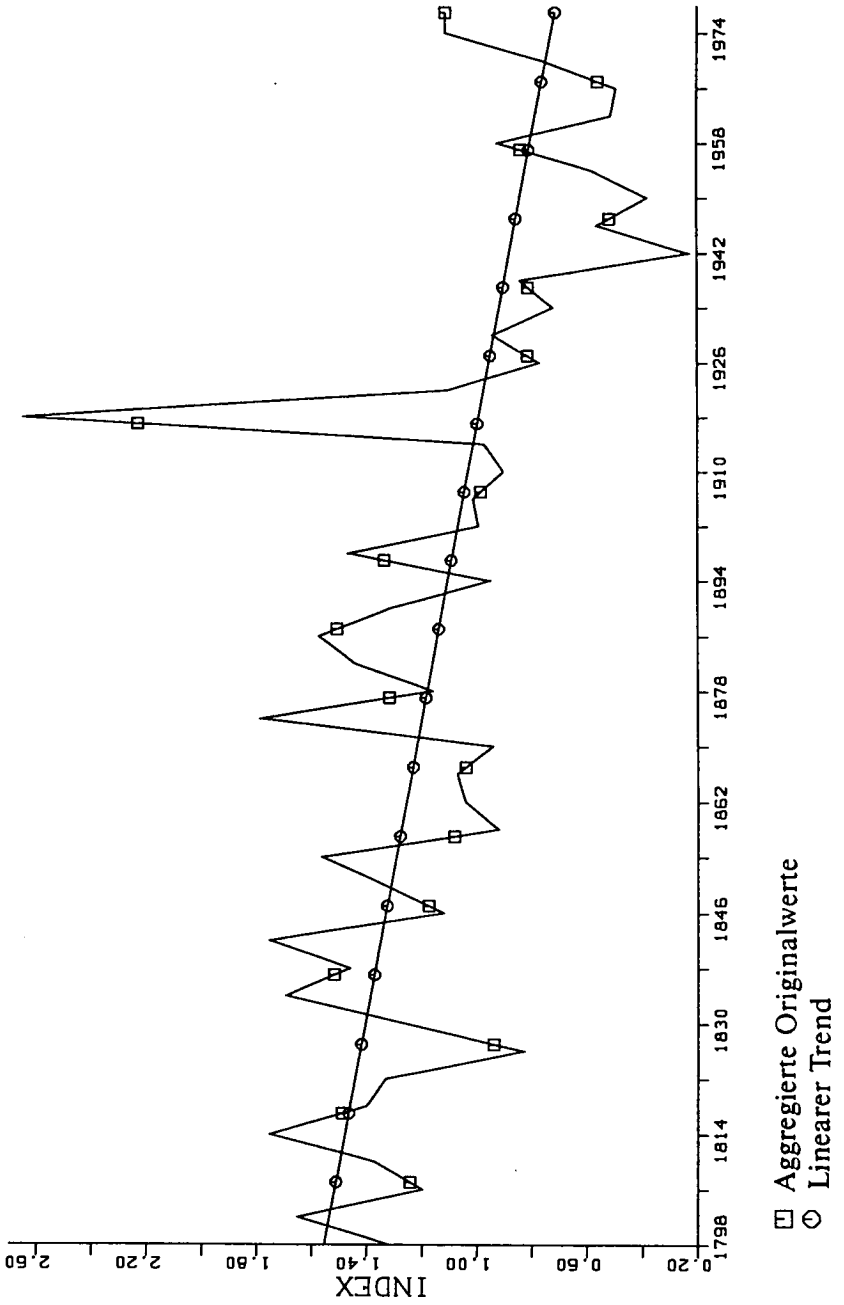


Abb. 5: Rectitude-Ethics

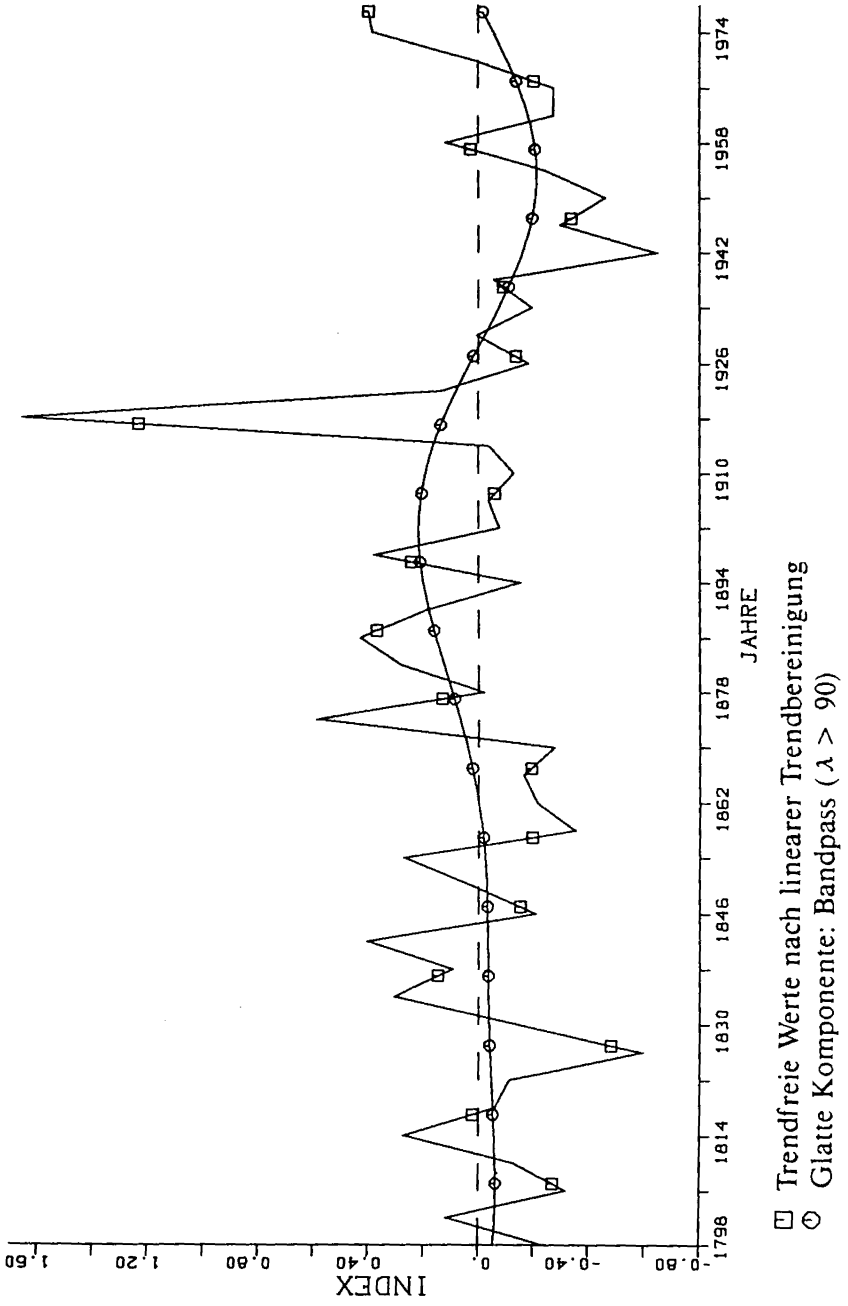
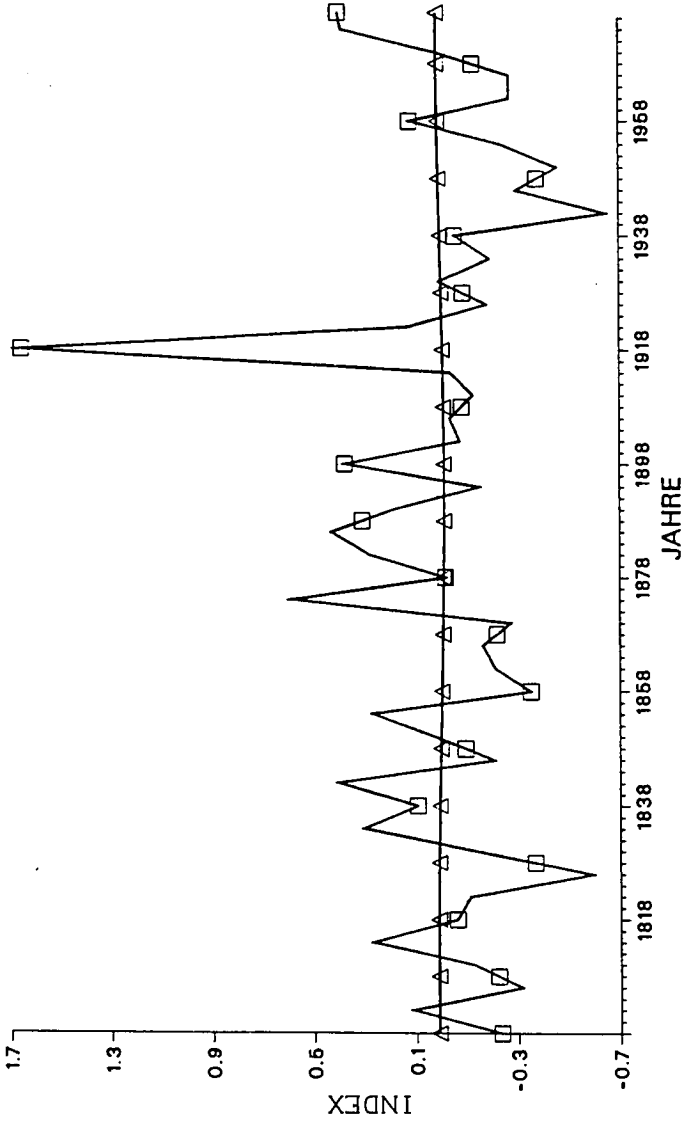


Abb. 6: Rectitude-Ethics



□ Trendfreie Werte nach linearer Trendbereinigung

△ Glatte Komponente: Bandpass ($190 > \lambda > 170$)

Abb. 7: Rectitude-Ethics

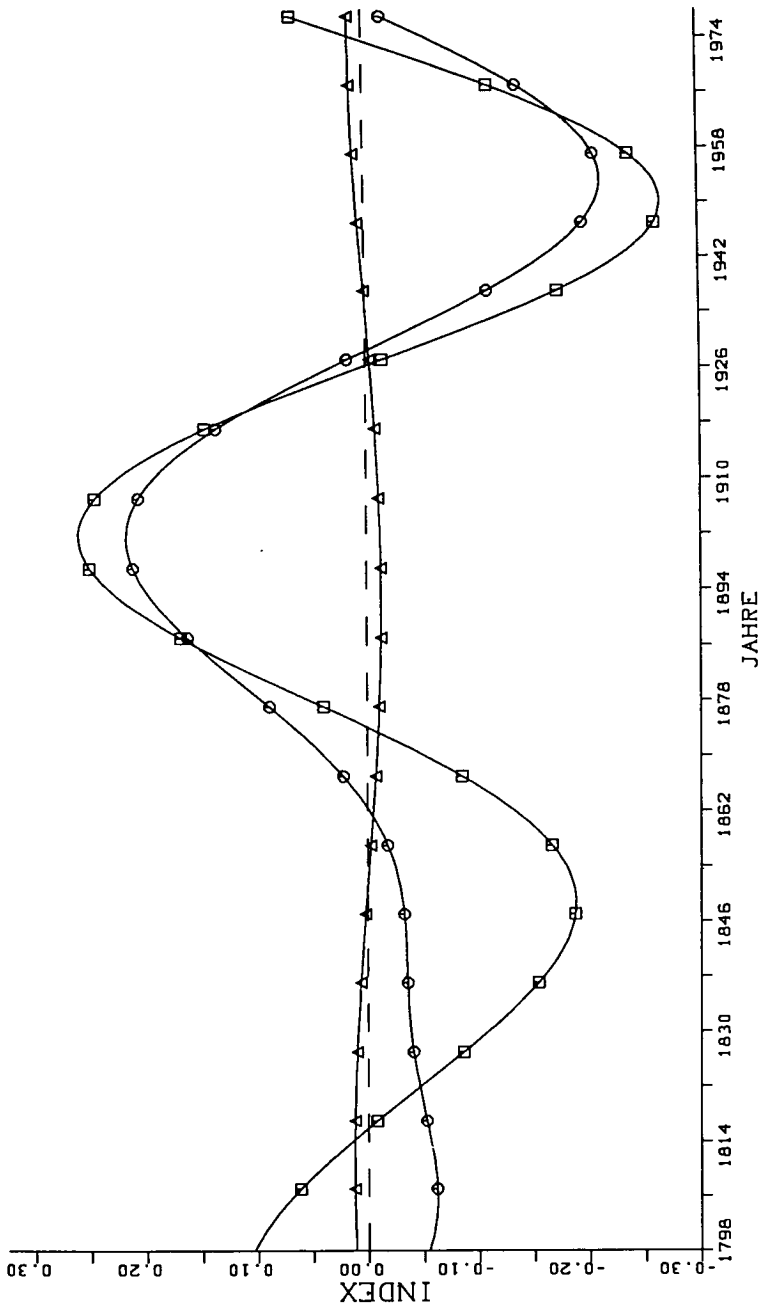


Abb. 8: Power Gains

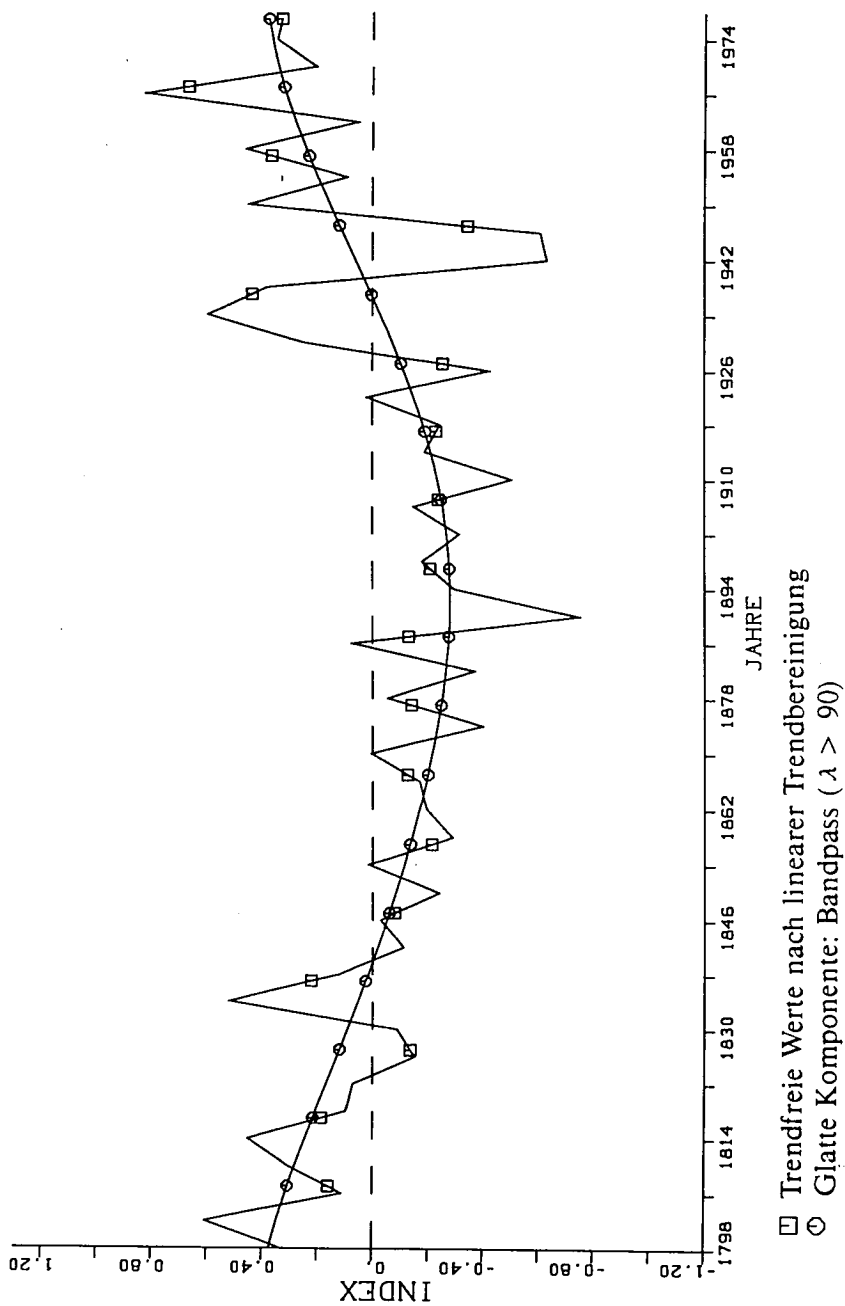
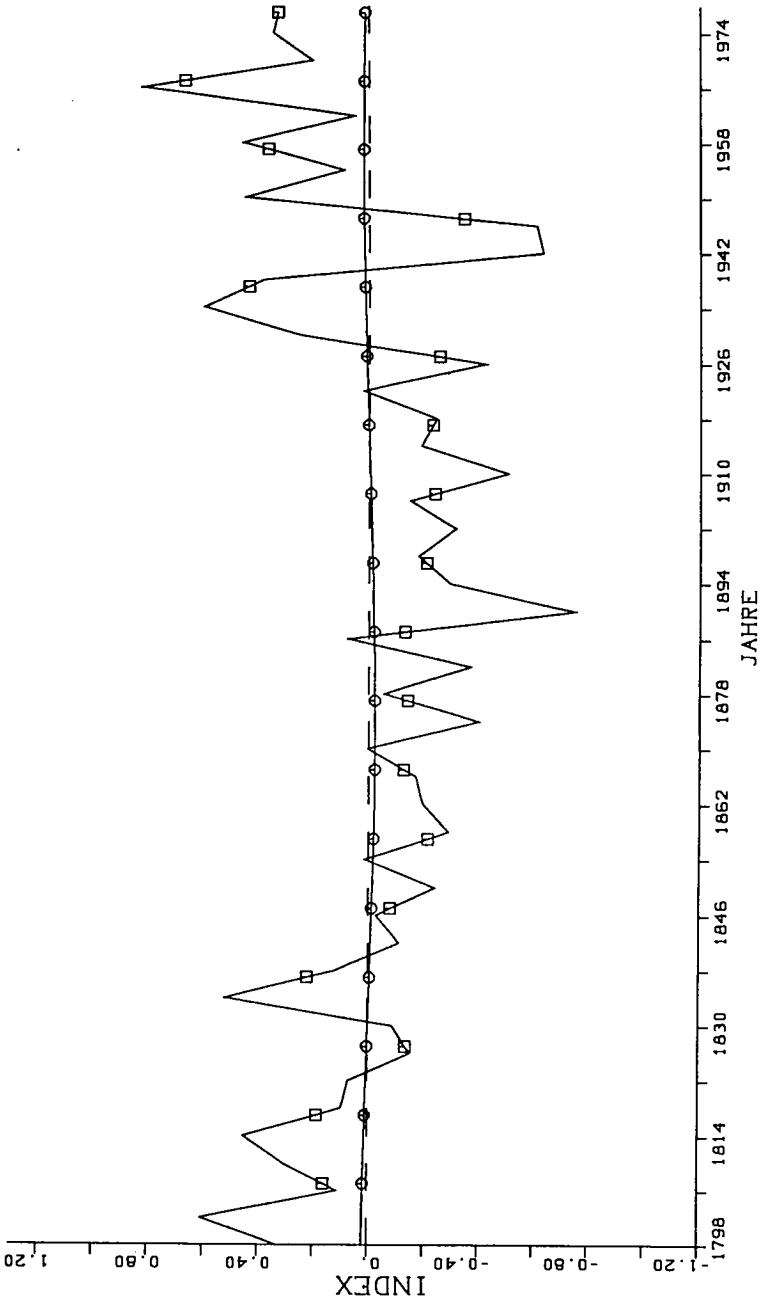


Abb. 9: Power Gains



□ Trendfreie Werte nach linearer Trendbereinigung
 ○ Glatte Komponente: Bandpass ($180 > \lambda > 160$)

riodenindikator, ergibt sich daraus eine Periodenlänge von $(1892-1810) \cdot 2 = 164$ Jahren, die nahe an Webers $\lambda = 176$ liegen (was nicht anders zu erwarten ist, da ja für den Bandpass-Filter der Frequenzbereich vorgegeben wurde, der Webers Sinuskurve entspricht). Abb. 7 faßt die nach den drei filtertheoretischen Varianten ermittelten Schwingungen in vergrößertem Maßstab noch einmal zusammen.

Als Ergebnis läßt sich also festhalten: Der von Weber für RECTITUDE ETHICS behauptete Zyklus läßt sich filtertheoretisch nicht bestätigen. Nach den ersten beiden Methoden lassen sich lediglich Schwingungen feststellen, die sowohl eine andere Länge als auch andere Hoch- und Tiefpunkte aufweisen. Nach der dritten Methode, die Webers Frequenzvorgabe folgt, ergibt sich gegenüber Webers Sinuskurve eine Phasenverschiebung, die Hoch- und Tiefpunkte nahezu vertauscht.

Welches Bild ergibt sich für die anderen neun Zeitreihen: Tab. 1 faßt die wichtigsten Ergebnisse zusammen, soweit sie aus Webers Methode sowie aus unseren Methoden 2 und 3, dem "weichesten" und dem "härtesten" Test, resultieren. Beide akzeptieren die lineare Trendbereinigung, Methode 3 läßt jedoch nur Wellenlängen zu, die Webers Frequenzvorgabe entsprechen. Die mit den filtertheoretischen Methoden identifizierten Schwingungen sind nicht deterministisch. Deshalb entfällt hierbei die Angabe des Parameters λ für die Periodenlänge. Man kann aber aus der zeitlichen Differenz (multipliziert mit 2) benachbarter Hoch- und Tiefpunkte auch für diese Schwingungen eine Längenangabe erhalten, die mit dem von Weber ermittelten Lambda-Parameter vergleichbar ist. Bei POWER AUTHORITY z. B. liegen Hoch- und Tiefpunkt nach Methode 2 100 Jahre auseinander, was einer Schwingungslänge von 200 Jahren entspräche (falls überhaupt eine Periodizität vorliegt, was bei lediglich einem Hoch- und Tiefpunkt weder bestätigt noch definitiv ausgeschlossen werden kann). Demgegenüber nennt Weber für diese Reihe eine Schwingsdauer von $\lambda = 144$. Wie Weber geben auch wir den quadrierten Pearson Produkt-Moment-Korrelationskoeffizienten r^2 als Maß der "Ähnlichkeit" zwischen ausgefilterten Komponenten und trendbereinigter Originalreihe an. Als Indikator für die Güte der Anpassung ist diese Maßzahl aber, wie bereits erwähnt, nur bedingt aussagefähig. Das ergibt sich daraus, daß harmonische Wellen mit gleicher Phase und Periode auch dann perfekt miteinander korrelieren, wenn ihre Amplituden völlig unterschiedlich sind. Ein niedriger Wert für r^2 enthüllt zwar eine geringe Ähnlichkeit zwischen (trendbereinigter) Originalreihe und angepaßter Reihe (vorausgesetzt die beiden Komponenten sind nicht phasenverzögert) ein hoher Koeffizient besagt aber nicht, daß ein

Tabelle 1: Vergleich der Analyseergebnisse

Zeitreihen	Weber			Filter 2					Filter 3				
	HW	λW	$r^2 W$	$H_1 M_2$	$H_2 M_2$	$T_1 M_2$	$T_2 M_2$	$r^2 M_2$	$H_1 M_3$	$H_2 M_3$	$T_1 M_3$	$T_2 M_3$	$r^2 M_3$
ENLIGHTENMENT TOTAL	1884	176	42	1881	--	1806	--	53	1888	--	--	--	53
POWER AUTHORITY	1972 1828	144	38	1874	--	1974	--	45	1920	--	1852	--	6
POWER PARTICIPATION	1970 1814	156	54	1877	--	1945	--	63	1874	--	1954	--	59
WEALTH PARTICIPATION	1848	128	32	1847	--	1919	--	44	1846	--	1913	--	43
WEALTH TOTAL	1956 1816	140	13	1824	1950	1886	--	16	1903	--	1829	--	15
WELL BEING TOTAL (*)	1829 1954	125	42	1834	1951	1892	--	19	1838	1949	1892	--	18
RECTITUDE ETHICS	1880	176	9	1901	--	1806	1953	20	1810	--	1892	--	9
RECTITUDE TOTAL	1880	208	19	1895	--	1951	--	16	--	--	--	--	3
POWER GAINS	1968 1804	164	36	--	--	1893	--	50	1955	--	1875	--	33
POWER TOTAL	1980 1788	192	20	--	--	--	--	35	--	--	1886	--	24
Erläuterung der Symbole													
"H" steht für "Hochpunkt", "T" für Tiefpunkt; die Indizes geben an, ob es sich um einen ersten oder zweiten Hoch- bzw. Tiefpunkt handelt.													
"W" steht für "nach Webers Methode" (1. Spalte); "M ₂ " und "M ₃ " (2. und 3. Spalte) bezeichnen unsere filtertheoretischen Methoden 2 und 3.													
r ² bezeichnet den Anteil der jeweils erklärten Varianz.													
"λ" bezeichnet die Periodenlänge.													
"(*)" markiert eine Gleitmittelreihe													

hoher Anteil an Varianz "erklärt" wird. Auf dieses Problem werden wir weiter unten zurückkommen.

In der folgenden Zusammenfassung berücksichtigen wir auch Ergebnisse, die wir mit unserer ersten Methodenvariante erzielt haben. (Sie unterscheidet sich, wie oben dargelegt, von der zweiten Variante nur durch eine andere Form der Trendbereinigung.) Außerdem stützen wir unsere Interpretation auf "Plots", wie wir das oben bei der Diskussion der Ergebnisse für RECTITUDE ETHICS schon gezeigt haben. Aus Platzgründen können hier jedoch nicht alle Plots reproduziert werden. Wir beginnen mit 4 Indikatoren, die Weber²⁷ dem Problemkomplex "Integration" zugeordnet hat:

²⁷ Siehe Namenwirth u. Weber (s. Fußn. 1), S. 106.

ENLIGHTENMENT-TOTAL: Die Hochpunkte stimmen bei allen vier methodischen Varianten in etwa überein. Filtertheoretisch ergeben sich jedoch keine oder nur schwache Hinweise auf eine mögliche Periodizität. Nach Methoden 2 und 3 erhält man eine Kurve, die wie die erste Hälfte einer periodischen Schwingung aussieht, dabei aber fast den gesamten Beobachtungszeitraum ausfüllt, also nicht einmal in einfacher Wellenlänge sichtbar wird. Nach Methode 2 erhält man neben dem Hochpunkt für 1881 einen Tiefpunkt für das Jahr 1806, was rein rechnerisch einer Periodenlänge von 150 Jahren entsprechen würde, die mit Webers $\lambda = 176$ in etwa kompatibel wäre.

POWER-AUTHORITY: Die nach den filtertheoretischen Methoden 1, 2 und 3 ermittelten Hochpunkte (1866, 1874, 1920) liegen weit von den Hochpunkten entfernt, die Weber mit 1972 und, implizit über $\lambda = 144$, mit 1828 angibt. (Für die Gleitmittelreihe hat er allerdings einen Hochpunkt von 1873 notiert.) Greift man nur die Schwingungen heraus, die seiner Sinuskurve entsprechen (Methode 3), verbleibt ein Varianzanteil von lediglich 6 %. Hinsichtlich der Periodizität der Schwingungen nach Methoden 1 und 2 gilt das gleiche wie für ENLIGHTENMENT-TOTAL.

POWER-PARTICIPANTS: Hier liegen die nach den Methoden 1, 2 und 3 bestimmten Hochpunkte (1875, 1877, 1874) nahe beieinander. Weber nennt mit 1970 bzw. (implizit durch $\lambda = 156$) 1814 Hochpunkte, die von diesen weit entfernt liegen. Allerdings notiert er für die Gleitmittelreihe mit 1874 auch hier wieder einen völlig anderen Hochpunkt. Mit keiner der drei Filtermethoden konnten entweder zwei Hoch- oder zwei Tiefpunkte festgestellt werden, so daß die Periodizität erneut äußerst unsicher ist.

WEALTH-PARTICIPANTS: Hier spielt die Trenddefinition bei der Bestimmung der Hochpunkte eine gewisse Rolle. Nach Methode 1 ist er für das Jahr 1829 anzusetzen, bei linearer Trendbereinigung (Methoden 2 und 3) für 1847 bzw. 1846, was Webers Hochpunktbestimmung (1848) entspricht. Sieht man von der Wiederholungsproblematik ab, wird, bei linearer Trendbestimmung, die Webersche Sinuskurve relativ gut bestätigt: Anzumerken ist jedoch, daß dieser Zyklus nach Phase und nach Periodenlänge nicht parallel zu den drei zuvor diskutierten Reihen verläuft, obwohl doch alle gemeinsam Indikatoren des "Integrative Theme" sein sollen. Auch die Phase von ENLIGHTENMENT TOTAL weicht erheblich (etwa 60 Jahre) von den Phasen der Reihen POWER AUTHORITY und POWER PARTICIPANTS ab.

Als nächstes betrachten wir zwei Reihen, die dem "Instrumental Theme" zugeordnet sind.

WEALTH-TOTAL: Wird der Trend nach Methode 1 eliminiert, ergeben sich innerhalb der Untersuchungsperiode zwei Hoch- und zwei Tiefpunkte, die aber nicht zyklisch miteinander verbunden sind. Bei linearer Trendbereinigung (Methode 2) nähert sich der Kurvenverlauf mit zwei Hochpunkten einer periodischen Form stärker an, ohne sie zu erreichen. Immerhin ist der Abstand der beiden Hochpunkte (1950 und 1824) mit der von Weber identifizierten Periodenlänge von 140 Jahren halbwegs vereinbar. Wenn man jedoch nur die Schwingungskomponenten herausgreift, die der Weberschen Sinuskurve für WEALTH-TOTAL entsprechen (Methode 3), ergibt sich für sie ein Hochpunkt im Jahre 1903, 50 Jahre von Webers Datierung entfernt. Sowohl nach Webers, als auch nach unserer Methode wird mit 13% bzw. 15% nur ein geringer Varianzanteil erklärt.

WELL-BEING TOTAL: Hier werden bei allen drei filtertheoretischen Methoden Schwingungen sichtbar, die, bei zwei Hochpunkten, einem periodischen Verlauf nahekommen. Die beiden Hochpunkte nach Methode 1 (1838, 1937) liegen 99 Jahre, die beiden Hochpunkte nach Methode 2 (1834, 1951) liegen 117 Jahre auseinander, während Weber (für die Gleitmittelreihe) eine Periodenlänge von 125 Jahren bei etwa gleichen Hochpunkten wie denen nach Methode 2 angibt. Sie stimmen auch relativ gut mit den Hochpunkten nach Methode 3 überein. Allerdings ist der hierfür ausgewiesene Varianzanteil von 18 % gegenüber Webers 42 % doch ziemlich gering.

Nachdem die Ergebnisse für RECTITUDE-ETHICS schon ausführlich diskutiert worden sind, kommen wir nun zum zweiten Indikator des "Expressive Theme".

RECTITUDE TOTAL: Die Hochpunkte nach Methoden 1 und 2 (1898, 1895) liegen in der Nähe des von Weber ermittelten Hochpunkts (1880). Eine zyklische Verlaufsform kann (nach diesen beiden Methoden) weder ausgeschlossen noch bestätigt werden. Doch indizieren die nach Methode 2 ermittelten Hoch- und Tiefpunkte (1895 und 1951) eine Schwingungslänge von 110 Jahren, die erheblich kürzer ist als die von Weber angegebene Periodenlänge von 208 Jahren. Schwingungskomponenten, die dieser Periodenlänge entsprechen würden (Methode 3), sind in der Reihe überhaupt nicht vorhanden; der entsprechende Bandpaßfilter reproduziert eine Gerade, die sich mit der Abszisse deckt.

Betrachten wir zum Schluß noch zwei Indikatoren, die Weber dem "Adaptive Theme" zurechnet.

POWER GAINS: Wenn wir die Schwingungskomponenten nach Methode 1 extrahieren, ergibt sich für sie ein Varianzanteil nahe Null. Lediglich die nach Methode 2 extrahierten Schwingungskomponenten erreichen einen nennenswerten Varianzanteil. Sie zeigen, mit einem Tiefpunkt in 1893, eine langgezogene Kurve, einem Wellental ähnlich, das nicht symmetrisch ist und offensichtlich einer langfristigen Bewegungsdynamik folgt, die innerhalb des Beobachtungszeitraums nicht zu identifizieren ist. Weber paßt an diese Reihe eine Sinuskurve mit $\lambda = 164$ Jahren an, deren Tiefpunkt (1886) nur geringfügig von 1893 abweicht - ein typisches Beispiel dafür, wie verführerisch die Ergebnisse des "Curve fitting" sein können: Ein in Wirklichkeit sehr langfristiger Trend (siehe Abb. 8) erscheint als Zyklus mit (relativ) kurzer Periodenlänge, der (laut Weber) innerhalb des Beobachtungszeitraums immerhin 36% der Varianz erklärt. Die nach Methode 3 herausgefilterte Schwingungskomponente, die der Frequenz der Weberschen Sinuskurve entspricht, ist zusammen mit der trendfreien Reihe in Abb. 9 dargestellt. Man sieht, daß sie sich kaum von der Nulllinie unterscheidet. Dennoch wird ein relativ hohes $r^2 = 0.33$ berechnet, weil die (kaum wahrnehmbaren) Auf- und Abschwünge in etwa mit denen der Originalreihe übereinstimmen. Wie oben bereits erläutert, berücksichtigt r^2 jedoch nicht das Ausmaß der Amplituden, die hier völlig unterschiedlich sind. Deshalb wäre es in diesem Falle irreführend, wegen $r^2 = 0.33$ von einer 33%igen Varianzaufklärung zu sprechen. Dies wird deutlich, wenn man Abb. 9 und Abb. 8 vergleicht. Offensichtlich erklärt die nach Methode 3 extrahierte Schwingungskomponente (s. Abb. 9) einen erheblich geringeren Anteil der Varianz der trendfreien Reihe als die nach Methode 2 extrahierten Komponenten (Abb. 8).

POWER-TOTAL: Bei linearer Trendbereinigung gemäß Methode 2 ist Periodizität auszuschließen. Bei der Trendbereinigung nach Methode 1 wird ein Schwingungsablauf erkennbar, der sich einer Periodenform nähert, doch die beiden Tiefpunkte (1830, 1927) sind mit der von Weber ermittelten Periodenlänge von 192 Jahren nicht vereinbar. Webers Angaben implizieren zudem einen weit davon entfernten Tiefpunkt im Jahre 1884. Die nach Methode 3 extrahierten Schwingungen zeigen keinen Hochpunkt, nur einen einzigen Tiefpunkt. Dessen Datierung (1866) stimmt mit der von Weber überein; die Periodizität ist aber bestenfalls unsicher.

4. Resümee

Fassen wir zusammen: Zyklen, deterministische zumal, die sich innerhalb der Beobachtungsperiode nicht wenigstens einmal wiederholen, können zwar theoretisch behauptet, empirisch aber mit keiner Methode belegt werden. Sinuskurven, die sich innerhalb des Beobachtungszeitraums nicht wiederholen, gar mit einer einzigen Welle über ihn hinausgehen, lassen sich an viele Zeitreihen anpassen, die keine zyklischen Schwingungen, sondern nur langfristige, nicht-periodische Niveauverschiebungen aufweisen. Evidenz gegen eine Zyklientheorie kann aber auch dann beigebracht werden, wenn die Beobachtungszeiträume für positive Belege zu kurz sind: Wenn der behauptete Zyklus tatsächlich vorliegt, müssen sich Schwingungen entsprechender Frequenz und mit nennenswertem Varianzanteil (nicht nur im Sinne von r^2) mittels filteranalytischer Methoden auch dann nachweisen lassen, wenn die Beobachtungsperiode relativ kurz ist.

Zur Überprüfung von Webers Zyklientheorie haben wir bei zehn seiner Zeitreihen drei verschiedene Testvarianten mit Hilfe der Filtertheorie durchgeführt. Der härteste Test ist mit der dritten Methodenvariante gegeben, die Schwingungen innerhalb eines relativ engen Frequenzbandes herausfiltert, das der von Weber jeweils identifizierten Sinuskurve entspricht. Die Übereinstimmung dieser Schwingungen mit Webers Sinuskurve ist nach vier Kriterien überprüfbar: (a) nach der Periodizität: wenn sie aus den genannten Gründen schon nicht beweisbar ist, läßt sie sich wenigstens nicht ausschließen? (b) nach der Datierung der Hoch- bzw. Tiefpunkte), (c) nach dem Varianzanteil an der trendbereinigten Reihe (unter Berücksichtigung der oben erwähnten Problematik). Außerdem dürfen sich (d) bei Anwendung der beiden anderen filtertheoretischen Varianten (Methoden 1 und 2) keine bezüglich der Hoch- und Tiefpunkte gegenläufigen Schwingungen zeigen.

Der "weicheste" Test ist mit der zweiten Methodenvariante gegeben, bei der zunächst der lineare Trend (als Funktion der Zeit) und anschließend alle Schwingungen mit einer Periode von $\lambda \leq 90$ Jahren aus der Reihe eliminiert wurden. Bei der ersten Variante ist diese Testsituation nur wenig verschärft, da immerhin der gesamte Frequenzbereich zwischen 90 und 200 Jahren zugelassen wird. Mit diesen beiden Varianten sind neben der Lage der Hoch- und Tiefpunkte auch die Periodenlängen der Weberschen Sinuskurven überprüfbar.

Die Kriterien von Test 3 werden am ehesten von zwei Zeitreihen, WEALTH PARTICIPANTS und WELL-BEING TOTAL, erfüllt. Einer dritten Reihe, POWER PARTICIPANTS, könnte man das Prädikat "Test be-

standen" zuerkennen, wenn man Webers Sinuskurve für die Gleitmittelwerte, nicht diejenige für die aggregierten Daten zugrunde legte. Allerdings ist die Periodizität in diesem Falle sehr unsicher. Eine zyklenähnliche Bewegung im Sinne Webers läßt sich auch für ENLIGHTENMENT TOTAL nicht unbedingt ausschließen. Da es aber innerhalb der Untersuchungsperiode nach Methode 3 nur einen Hochpunkt und keinen Tiefpunkt gibt, ist die Periodizität noch unsicherer als im Falle von POWER PARTICIPANTS.

Wenn man nur die Schwingungen betrachtet, die mit den beiden ersten Methodenvarianten extrahiert wurden, so zeigt noch WEALTH TOTAL (nach linearer Trendbereinigung) einen zyklenähnlichen Verlauf, der mit Webers Sinuskurve vergleichbar ist, ohne allerdings einer strengen Periode zu folgen. Außerdem verlaufen diese Schwingungen gegenläufig zu der (allerdings schwachen) Schwingung, die mit der dritten Methodenvariante herausgefiltert wurde.

Bei den übrigen fünf Reihen ist die Evidenz bezüglich der Weberschen Sinuskurven nach allen Testvarianten in mindestens einem der og. Kriterien negativ.

Die Bilanz unserer Ergebnisse spricht also gegen Webers Theorie. Fünf eindeutigen Widerlegungen stehen drei nicht entscheidbare Fälle und zwei "Bestätigungen" gegenüber. Dabei sind die Bestätigungen noch insofern großzügig als auch in diesen Reihen keine Wiederholung des Zyklus innerhalb der Untersuchungsperiode beobachtet werden kann. Zyklen in der Form und mit der theoretischen Bedeutung, die Weber ihnen zumißt, sind in dessen eigenen Daten mit einer angemessenen Methode nicht nachweisbar.

Sicherlich wäre es wünschenswert, auch noch die anderen der von Weber konstruierten Zeitreihen in gleicher Weise zu überprüfen. Die Evidenzen dürften sich jedoch kaum zugunsten der Weberschen Theorie verschieben. Für diese Vermutung spricht, daß die zehn von uns untersuchten Zeitreihen ohne Kenntnis der Ergebnisse ausgewählt wurden. Außerdem wird für die Sinuskurven, die Weber für diese zehn Reihen identifiziert hat, ein durchschnittlicher Varianzanteil von 30.5 % an der Gesamtvarianz der trendfreien Reihen angegeben; der Durchschnitt für alle Reihen beträgt 24 %, so daß unsere Auswahl in dieser Hinsicht nicht unfair ist.

Natürlich haben wir mit diesen Ergebnissen nicht die allgemeine These widerlegt, die kulturelle Entwicklung weise zyklische oder zyklenähnliche Komponenten auf. Als nicht haltbar betrachten wir aber Webers These, die langfristige kulturelle Entwicklung vollziehe sich generell in Form deterministischer Zyklen oder lasse sich mit solchen Zyklen vereinfachend, aber ange-

messen repräsentieren. Uns scheint die Annahme deterministischer Zyklen theoretisch nicht sinnvoll und methodisch unfruchtbar. Zeitreihen sollten als stochastische Prozesse aufgefaßt werden, die nicht nur eine innere Dynamik aufweisen, sondern auch von externen Ereignissen (und deren kollektiver Verarbeitung) vorangetrieben werden.