

# Alfred Kleinknecht

## Innovationsschübe und Lange Wellen: Was bringen »neo-schumpeterianische« Kriseninterpretationen?

### 0. Einführung

Die langanhaltenden Krisenerscheinungen der letzten zehn Jahre haben einen entscheidenden Schwachpunkt ökonomischer Theorie jedweder Couleur offengelegt: Weder die verschiedenen Schulen der etablierten Nationalökonomie, noch die diversen Varianten politökonomischer (marxistischer) Theoriebildung haben eine einigermaßen befriedigende Theorie langfristiger Wirtschaftsentwicklung. Es gibt gegenwärtig keine (polit-)ökonomische Theorie, die es erlauben würde, jenseits reiner Spekulation eine theoretisch fundierte Prognose ökonomischer Entwicklungstrends etwa für die vor uns liegenden 90er Jahre zu machen.

In der Interpretation langfristiger Wirtschaftsentwicklung sind selbst die elementarsten Fragen noch offen: Ist da z.B. in der Mitte der 1970er Jahre lediglich eine »normale« zyklische Krise etwas aus dem Ruder gelaufen, dies als Folge einer einmaligen, unglücklichen Verknüpfung verhängnisvoller politischer Fehlentwicklungen und exogener Schocks (Ende des Bretton Woods Systems, Ölpreisschock, Haushaltsdefizite etc.), wie etwa im McCracken Report der OECD (1977) unterstellt wird? Ist nach erfolgreicher Korrektur solcher Fehlentwicklungen eine Rückkehr zur »Normalität« wirtschaftlichen Wachstums der 1950er und 60er Jahre zu erwarten? Oder markiert das schwache Wirtschaftswachstum der 1970er Jahre vielmehr die Rückkehr zur Normalität langfristig niedriger Wachstumsraten, nachdem sich der Wiederaufbaumboom nach dem 2. Weltkrieg ausgelebt hat? Oder zeugt die Abschwächung der Wachstumsraten seit den frühen 1970er Jahren davon, daß der Kapitalismus nun doch das Ende seines Lebenszyklus, sein letztes Stadium von Fäulnis und Stagnation erreicht hat? Ist also eine langfristige säkulare Stagnation zu erwarten mit unausweichlichem Zusammenbruch und Untergang des Kapitalismus (»The Final Crisis of Capitalism«)?

Der in 1977 veröffentlichte McCracken Report hat mit der Fortdauer der Krise viel an Überzeugungskraft eingebüßt; außerdem kann er nicht erklären, warum die exogenen Schocks gerade zu Beginn der 1970er Jahre so massiv und in so vielen Ländern zugleich auftraten. Die neuerdings etwa von Abelshäuser/Petzina (1980) vertretene Rekonstruktionshypothese kann das starke Wachstum vom Ende der 1940er Jahre bis in die 50er Jahre hinein erklären. Sie erklärt jedoch nicht, warum sich das Wachstum in den 1960er Jahren so rapide fortgesetzt hat. Janossy (1966) zufolge ist die Rekonstruktionsphase nach dem 2. Weltkrieg in allen betroffenen Ländern zwischen 1955 und 1961 zum Abschluß gekommen. Und die säkulare Stagnationshypothese? Viele Marxisten haben in den 20er Jahren dieser Hypothese vertraut. Vor allem durch die schwere Krise nach 1929 sahen sie sich noch einmal darin bestätigt, daß nun die endgültige Todeskrise des Kapitalismus begonnen habe. Das Wirtschaftswunder der 1950er und 60er Jahre hat dieser Theorievariante einen schweren Schlag versetzt. Für die Apologeten des Marktsystems galt der Wachstumsboom zugleich als schlagender praktischer Beweis für die Obsoleszenz des Marxismus überhaupt.

Mit der Fortdauer der gegenwärtigen Krise erhält eine andere Kriseninterpretation zunehmenden Auftrieb: die Theorie der langen Wellen der Konjunktur. Bei letzterer fällt auf, daß sich die *Theorieentwicklung* selbst in langen Wellen bewegt. Beginnend mit den Beiträgen von Van Gelderen (1913) und De Wolff (1915), über Kondratieff (1926) bis zu Schumpeter (1939) kannte die Zwischenkriegszeit eine wahre Flut von Publikationen (für einen Überblick vgl. Barr 1979). Allerdings ist das Thema während der euphorischen Wachstumsphase der fünfziger und sechziger Jahre mehr oder weniger in der Versenkung verschwunden. In der gegenwärtigen Renaissance der Theorie der langen Wellen spielt vor allem die ursprüngliche von Schumpeter (1939) propagierte Variante eine bedeutende Rolle: Der Aufschwung der langen Wellen wird durch ein schubweises Auftreten radikaler technischer Neuerungen und deren raschere Ausbreitung in der Wirtschaft verursacht. Jede lange Welle ist also durch das Aufkommen bestimmter Basistechnologien charakterisiert, die eine durchgreifende stoffliche Veränderung der Reproduktionsprozesse auslösen. Schumpeters Schema langer Wellen kann folgendermaßen zusammengefaßt werden:

	Aufschwung (A-Periode):	Abschwung (B-Periode):	Technische Neuerungen:
1. Lange Welle: (»Industrieller Kondratieff«)	1787-1813	1814-1842	Substitution von Wasserkraft durch Dampfkraft, Ablösung des Holzes (als Brennstoff) durch Kohle, bzw. (als Baustoff) durch Eisen, Aufkommen der Textilindustrie;
2. Lange Welle: (»Bürgerlicher Kondratieff«)	1843-1869	1870-1897	Eisenbahnwesen, Dampfschiffe, Substitution von Eisen durch Stahl;
3. Lange Welle: (»Neomerkan- tilistischer Kondratieff«)	1898-1924	1925-?	Elektrotechnische und chemische Innovationen, Benzin- und Dieselmotor;

Schreibt man obiges Schema mechanistisch fort, so scheinen die Zwischenkriegszeit sowie die 1970er und 80er Jahre als (depressive) B-Perioden und die Zeit von den späten 1940er Jahren bis in die frühen 70er Jahre als A-Periode; der Beginn einer erneuten A-Periode raschen Wirtschaftswachstums wäre demnach in den 1990er Jahren zu erwarten.

Der obig skizzierte Theorieentwurf von Schumpeter (1939) ist von Kuznets (1940) hart (um nicht zu sagen: vernichtend) kritisiert worden. Kuznets kritisiert dabei nicht nur, daß Schumpeter den empirischen Beweis für das angeblich scharenweise Auftreten radikaler Innovationen schuldig geblieben ist; er bemängelt darüber hinaus, daß auch eine stichhaltige theoretische Begründung für diese Hypothese fehlt: Letztendlich erklärt Schumpeter das schubweise Auftreten von Innovationen mit dem schubweisen Auftreten heroischer Unternehmerpersönlichkeiten — eine »deus ex machina« Theorie. Ferner bezweifelt Kuznets, ob es den von Schumpeter als »Kondratieff-Zyklus« bezeichneten 45-60-jährigen Entwicklungszyklus überhaupt gibt.

Ohne jeden Zweifel kann gesagt werden, daß die von Kuznets (1940) benannten Kritikpunkte an Schumpeters Theorieentwurf voll zutreffen. Da die Theorieentwicklung inzwischen

mehr oder weniger stagniert hat, sind diese Punkte auch bis heute durchaus offen geblieben. Andererseits liegt es auf der Hand, daß der von Schumpeter vorgestellte Theorieentwurf — sollte er Gültigkeit besitzen — von weitreichender Bedeutung wäre etwa für die Strategie und Taktik der Gewerkschaftsbewegung, der Arbeiterparteien oder der neuen sozialen Bewegungen.

Ich habe vor kurzem eine mehr als 6-jährige Forschungsarbeit zu diesem Thema abgeschlossen (vgl. Kleinknecht 1984). Im folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit kurz skizziert und einige politische Implikationen angedeutet. Teil I beschäftigt sich mit der Frage, ob es die langen Wellen vom Kondratieff-Schumpeter-Typ überhaupt gibt. Teil II beschäftigt sich mit der theoretischen und empirischen Evidenz der Innovationsschubhypothese. In Teil III wird auf einige charakteristische Muster von Innovation und Wachstum in der Nachkriegszeit eingegangen. Teil IV befaßt einige Vorschläge und Perspektiven für weitere Arbeiten auf diesem Gebiet.

## I. Gibt es lange Wellen?

Die frühen Arbeiten über lange Wellen (Van Gelderen 1913; De Wolff 1915, 1921; Kondratieff 1926, 1928) stützten sich sehr stark auf lange Wellen in Preisreihen, bzw. in stark preisabhängigen Reihen wie etwa Zinsen, Wertpapieren etc. Wie schon Garvy (1943) in seiner Kritik an Kondratieff (1926) feststellte, blieben die Beweise für lange Wellen in »realen« Serien (Produktion, Investition etc.) schwach.

Nachdem in der Zwischenzeit längere Serien vor allem für Größen wie Nationalprodukt und Industrieproduktion wichtiger Länder zur Verfügung stehen, wurden einige Versuche unternommen, die Existenz von langen Wellen auch in solchen Indikatoren der allgemeinen wirtschaftlichen Entwicklungen zu testen. Die Ergebnisse solcher neuer Tests sind allerdings widersprüchlich. Sie reichen von der vollständigen Akzeptanz der Hypothese langer Wellen (Mandel 1973; Van Duijn 1979, 1983; Glismann et al 1981; 1983), bis hin zu ihrer vollständigen Verwerfung (Van der Zwan 1980; Van Ewijk 1981, 1982). Zwischen diesen beiden Extremen gibt es auch Studien mit sehr vorsichtigen Schlußfolgerungen, die die Hypothese weder akzeptieren noch verwerfen, sondern für weitere Forschungsarbeiten plädieren (Kuczynski 1978, 1980; Metz 1983; Spree 1978).

Im folgenden werden die Ergebnisse eines neueren Tests skizziert, der m.E. methodologisch einen Fortschritt gegenüber den bisher angewandten Tests darstellt. Für diesen Test wurden für die im Appendix genannten Serien die mittleren Wachstumsraten für die A- und B-Perioden der langen Welle geschätzt mit Hilfe eines GLS (Generalized Least Squares) Schätzers. Die Schätzmethode berücksichtigt u.a. die Existenz von Autokorrelation (für weitere Details siehe Bieshaar/Kleinknecht 1984). In einem zweiten Schritt wurde dann mit Hilfe eines einseitigen t-Tests (siehe Schmidt 1976, S. 18) getestet, ob die Unterschiede zwischen den Wachstumsraten für die verschiedenen A- und B-Perioden statistisch signifikant sind. Für die zeitliche Abgrenzung der A- und B-Perioden wurde das Lange-Wellen-Schema von Mandel (1973) gebraucht, da dieses unter allen modernen Periodisierungen von langen Wellen am dichtesten bei der »orthodoxen« Datierung langer Wellen (Van Gelderen, De Wolff, Kondratieff) liegt. Das Mandelsche Zeitschema unterstellt außerdem eine relativ starke Synchronisation der langen Welle zwischen verschiedenen Ländern im Weltmarktzusammenhang. Die Ergebnisse des Tests auf das Mandelsche Schema langer Wellen sind in Tabelle 1 zusammen-

gefaßt. Bei der Interpretation von Tabelle 1 muß berücksichtigt werden, daß für die Periode ab 1974 die Signifikanzniveaus relativ niedrig sind, u.a. wegen der geringen Anzahl von Jahren, die nach 1974 noch abgedeckt sind. Ähnliches gilt für die Anfangsperioden in den Serien für Italien und Schweden, die beide erst im Jahre 1861 (statt 1848) beginnen, sowie für die USA in der Periode 1889-1893 und für Frankreich in der Periode 1900-1913 (statt 1893-1913).

Zusammengefaßt zeigt Tabelle 1 folgendes Bild:

- in den beiden Weltindustrieproduktionsserien, sowie in den Serien für Deutschland, Frankreich und die USA variieren die Wachstumsraten von 1893 bis 1974 nach den Erwartungen der Langen-Wellen-Hypothese, d.h. die mittleren Wachstumsraten für die A-Perioden 1893-1913 und 1939-1974 sind höher als die Wachstumsraten für die B-Periode (1913-1939). Dem t-Test zufolge können diese Unterschiede als signifikant, teils sogar als hochsignifikant angesehen werden. Jedoch zeigen sich für die genannten Serien in der Periode vor 1893 keine signifikanten Unterschiede in den Wachstumsraten. In einigen Fällen variieren die Wachstumsraten sogar entgegen den Annahmen der Theorie langer Wellen. Diese letzteren (inversen) Fluktuationen sind in Tabelle 1 daran zu erkennen, daß die Signifikanzniveaus unter 50 % liegen.
- während bei den obengenannten Serien eine deutliche Dichotomie zwischen der Zeit vor und nach 1893 auftritt, verzeichnet die belgische Industrieproduktion ein durchgehend hochsignifikantes Wellenmuster von 1832 bis 1974. Dieses letztere Ergebnis ist insofern bemerkenswert, als es sich bei Belgien um eine kleine und offene Wirtschaft handelt, die ohne Zweifel stark vom Weltmarkt beeinflusst wird.
- die Serien für Italien und Schweden zeigen ebenso wie die belgische Serie ein signifikantes Wellenmuster nicht nur für die Periode 1893 bis 1974, sondern auch schon in der Zeit vor 1893. Allerdings sind die Signifikanzniveaus in der Periode 1861-1873 unter den 95 % Niveau, vermutlich als Folge der bereits erwähnten geringeren Anzahl von Beobachtungen.
- im Unterschied zu allen anderen Serien passen die beiden englischen Reihen vor dem 1. Weltkrieg überhaupt nicht in das Schema langer Wellen. In Bieshaar/Kleinknecht (1984) wurde aus der graphischen Inspektion dieser Serien der Schluß gezogen, daß die englischen Daten offensichtlich eine Art »Lebenszyklus« aufsteigender und zerfallender Weltmarkt hegemonie der britischen Industrie mit Höhepunkt in den 1870er Jahren reflektieren; dieser »Hegemonialzyklus« spiegelt sich auch in den Wachstumsraten in Tabelle 1.

Tabelle 1 zeigt somit ein durchaus differenziertes Resultat: Mit Ausnahme der britischen Serien zeigen alle getesteten Serien zwischen 1893 und 1974 eine Variation von Wachstumsraten, die mit der Hypothese langer Wellen konsistent ist. Für die Zeit vor 1893 sind die Ergebnisse ambivalent: Während die Serien der Weltindustrieproduktion, sowie die Serien für Deutschland, England und Frankreich keine lange Welle zeigen, wird die Hypothese langer Wellen durch die belgische, die italienische und die schwedische Serie auch in der Zeit vor 1893 gestützt.

Das Ergebnis für die Periode 1893-1974 widerspricht somit jenen Kritikern, die wie etwa Van Ewijk (1981, 1982) oder Van der Zwan (1980) feststellen, daß in aggregierten »realen« Größen einfach keine Fluktuationen zu finden seien, die in das Schema langer Wellen passen. Andererseits scheinen die Ergebnisse aber auch Theoretikern wie Mandel (1973) zu widersprechen, die die lange Welle als charakteristisches Phänomen der *gesamten* industriellen Epoche vom Ende des 18. Jahrhunderts bis zur Gegenwart sehen. In einer groben Generalisierung der Ergebnisse von Tabelle 1 könnte man auch sagen, daß die lange Welle primär relevant ist für den Hoch- und Spätkapitalismus und viel weniger für die »Kindheitsphase« des Kapitals. Allerdings kann gegen diese Schlußfolgerung geltend gemacht werden, daß in Bieshaar/Kleinknecht (1984) die statistische Qualität der getesteten Serien nicht überprüft wurde. Da die

Tabelle 1: Jahresdurchschnittliche Wachstumsraten während der A- und B-Perioden der langen Welle, ihre Standardfehler und die Signifikanz der Wachstumsratenunterschiede, unter Anwendung von Mandels Lange-Wellen-Datierung.

A- und B-Perioden:	Land und Variable:		Belgien Ind. Prod. (1)	Deutschland bzw. BRD NSP	Frankreich Ind. Prod.	Frankreich NIP	Schweden BIP	Italien BIP	USA BSP	Großbri- tannien Ind. Prod.	Großbri- tannien BIP
	Welt- Ind. Prod. (1)	Welt- Ind. Prod. (2)									
A: 1792-1825 g:	2,63 %	—	—	—	0,13 %	—	—	—	—	2,64 %	—
SE:	(0,25)	—	—	—	(1,32)	—	—	—	—	(0,25)	—
Signifikanzniv.:	1,1 %	—	—	—	15,4 %	—	—	—	—	2,7 %	—
B: 1825-1847 g:	3,89 %	—	1,99 %	—	1,88 %	—	—	—	—	3,47 %	2,18 %
SE:	(0,35)	—	(0,62)	—	(0,59)	—	—	—	—	(0,23)	(0,42)
Signifikanzniv.:	34,9 %	—	98,4 %	—	38,8 %	—	—	—	—	11,7 %	59,3 %
A: 1847-1873 g:	3,66 %	2,32 %	3,85 %	2,52 %	1,61 %	—	3,02 %	0,92 %	—	3,00 %	2,33 %
SE:	(0,32)	(0,36)	(0,33)	(0,57)	(0,48)	—	(0,57)	(1,21)	—	(0,20)	(0,25)
Signifikanzniv.:	66,2 %	23,3 %	99,9 %	34,0 %	56,9 %	—	85,5 %	61,1 %	—	99,1 %	76,9 %
B: 1873-1893 g:	3,38 %	2,80 %	1,46 %	2,95 %	1,44 %	—	2,20 %	0,45 %	4,27 %	2,02 %	1,95 %
SE:	(0,42)	(0,37)	(0,41)	(0,61)	(0,62)	—	(0,29)	(0,66)	(2,98)	(0,26)	(0,32)
Signifikanzniv.:	75,4 %	45,8 %	99,5 %	43,6 %	60,3 %	—	98,6 %	97,0 %	46,9 %	12,2 %	29,7 %
A: 1893-1913 g:	3,90 %	2,73 %	3,48 %	2,77 %	1,73 %	2,81 %	3,31 %	2,65 %	4,01 %	1,47 %	1,64 %
SE:	(0,42)	(0,36)	(0,44)	(0,63)	(0,60)	(1,87)	(0,26)	(0,62)	(0,53)	(0,26)	(0,32)
Signifikanzniv.:	99,9 %	97,5 %	99,9 %	97,7 %	96,9 %	91,0 %	96,8 %	98,0 %	99,0 %	16,2 %	93,8 %
B: 1913-1939 g:	1,95 %	1,63 %	-0,19 %	0,83 %	-0,01 %	-0,42 %	2,55 %	0,66 %	2,16 %	1,88 %	0,88 %
SE:	(0,29)	(0,26)	(0,31)	(0,44)	(0,44)	(0,81)	(0,19)	(0,44)	(0,33)	(0,20)	(0,32)
Signifikanzniv.:	99,9 %	99,9 %	99,9 %	99,9 %	99,9 %	99,9 %	99,9 %	99,9 %	99,8 %	99,9 %	99,9 %
A: 1939-1974 g:	4,68 %	3,53 %	3,30 %	4,50 %	4,83 %	4,32 %	4,46 %	4,29 %	3,80 %	3,06 %	2,52 %
SE:	(0,24)	(0,21)	(0,24)	(0,34)	(0,37)	(0,64)	(0,15)	(0,36)	(0,27)	(0,16)	(0,18)
Signifikanzniv.:	61,9 %	50,8 %	79,8 %	77,4 %	92,5 %	52,4 %	99,9 %	64,3 %	74,8 %	99,9 %	73,0 %
B: 1974-... g:	3,94 %	3,46 %	1,95 %	2,65 %	1,95 %	4,04 %	-0,14 %	3,26 %	2,17 %	-0,56 %	1,64 %
SE:	(2,31)	(3,55)	(1,48)	(2,27)	(1,78)	(4,18)	(1,28)	(2,61)	(2,28)	(1,01)	(1,34)

g = jahresdurchschnittliche Wachstumsrate

SE = Standardfehler der Wachstumsrate

Signifikanzniv. = Signifikanzniveau der Unterschiede in den jahresdurchschnittlichen Wachstumsraten

Annahme nicht unrealistisch ist, daß die Serien generell für das 19. Jahrhundert weniger verläßlich sind als für das 20. Jahrhundert, müssen die (negativeren) Resultate für die Periode vor 1893 mit größter Vorsicht interpretiert werden.

Eine andere wichtige Beschränkung des Tests liegt in folgendem: Aus Tabelle 1 wird deutlich, daß es mit Ausnahme Englands in allen getesteten Serien spätestens ab den 1890er Jahren statistisch signifikante Schwankungen gibt, die im Prinzip in das Schema langer Wellen passen; dies besagt jedoch noch nichts über mögliche *zyklische* Eigenschaften dieser Schwankungen. Aufgrund der relativ geringen Anzahl von beobachteten A- und B-Perioden können Kritiker der Hypothese langer Wellen argumentieren, daß die beobachteten Fluktuationen durch historische einmalige, exogene Faktoren verursacht wurden, daß also von einer sich systematisch reproduzierenden zyklischen Wellenbewegung keine Rede sein könne. Dieses Argument ist durch rein quantitative Tests im Prinzip nicht zu entkräften. Die Frage, ob die beobachteten Schwankungen im Sinne regulär wiederkehrender Zyklen interpretiert werden können, hängt letztendlich davon ab, ob und inwieweit überzeugende *endogene* Erklärungen des oberen und unteren Wendepunktes der langen Welle gegeben werden können.

Schon in den frühen Beiträgen über lange Wellen, so z.B. bei den Theoretikern der niederländischen Arbeiterbewegung Van Gelderen (1913) und De Wolff (1915) wurden Überlegungen angestellt über den möglicherweise endogenen Charakter von Faktoren wie etwa der Öffnung neuer Industriezweige, die Expansion des Kapitals in neue Territorien, Überakkumulation von Kapital, Kreditexpansion und -kontraktion, Knappheit und Überfluß an Rohstoffen, Migrationsbewegungen, Goldfunde u.a. Der folgende Abschnitt ist beschränkt auf eine eingehende Erörterung des erstgenannten Punktes: der Öffnung neuer Industriezweige und Anlagesphären für Kapital. Dieser Punkt ist eng verbunden mit der oben zitierten Innovationshypothese von Schumpeter.

## II. Gibt es lange Wellen im technischen Fortschritt?

Es hat in den letzten Jahren mehrere Versuche gegeben, Indikatoren für technische Neuerungen über längere historische Zeiträume zu versammeln. Dabei wurde generell versucht, zu differenzieren zwischen dem relativ breiten Strom an tagtäglichen technischen Verbesserungen und jenen Ereignissen, die relativ radikale Einschnitte in der technischen Entwicklung markieren. Bildhaft gesprochen geht es also um den Unterschied zwischen jenen Innovatoren, die verbesserte Pferdekutschen auf den Markt bringen und jenen, die die Pferdekutschen abschaffen durch die Einführung der Eisenbahn oder des Autos. Mit anderen Worten: Es wird versucht, zu unterscheiden zwischen Innovationen innerhalb bestehender »technologischer Paradigmen« (Dosi 1982) und Innovationen, die neue technologische Paradigmen (und damit: neue Kapitalanlagesphären) begründen.

Anstelle des Begriffs neuer technologischer Paradigmen werden in der Literatur zuweilen auch Begriffe gebraucht wie etwa »Basisinnovationen« (Mensch 1975, Van Duijn 1979, Hausstein/Neuwirth 1982), »New Technology Systems« (Freeman et al. 1982), »New Technological Trajectories« (Nelson/Winter 1977), »New Technological Webs« (Roobeck 1984) oder simpel »Major« oder »Radical Innovations« (Freeman et al. 1982a). Der Unterschied zwischen den verschiedenen Begriffen dürfte vorwiegend semantischer Natur sein. Allerdings haben alle Begriffe gemeinsam, daß es beim Studium praktischer Innovationsfälle zuweilen noch recht schwierig ist, die intendierte Unterscheidung zwischen wichtigen und weniger

wichtigen Innovationen vorzunehmen. Eine ausführliche Diskussion verschiedener Datensätze und der damit verbundenen methodischen Probleme kann hier nicht erfolgen (siehe hierzu: Kleinknecht 1984, Teil II). Die folgende Passage ist beschränkt auf die tabellarische Zusammenfassung der Ergebnisse einiger neuerer Studien.

*Tabelle 2: Bahnbrechende Innovationen für das 20. Jahrhundert in 5-Jahresperioden nach verschiedenen Quellen und Definitionen*

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1900-1904	1	5	0	1	0	0
1905-1909	0	2	1	3	1	1
1910-1914	7	6	2	3	0	0
1915-1919	1	2	0	1	0	0
1920-1924	3	6	4	2	6	6
1925-1929	0	4	3	5	0	0
1930-1934	6	5	7	6	5	5
1935-1939	8	14	13	12	9	11
1940-1944	6	6	5	10	2	5
1945-1949	5	5	3	6	7	8
1950-1954	5	7	4	6	1	3
1955-1959	2	8	1	3	1	2
1960-1964	4	10	—	1	2	7
1965-1969	1	4	—	3	1	5
1970-1974	1	4	—	—	—	—

Quellen: (1) Basisinnovationen nach Van Duijn (1983).

(2) Basisinnovationen nach Hausteil/Neuwirth (1982).

(3) Basisinnovationen nach Mensch (1975).

(4) Basisinnovationen nach Mensch (1975), erweitert und korrigiert von Clark et al. (1981a).

(5) Radikal neue Produkte nach Kleinknecht (1981).

(6) Radikal neue Produkte nach Kleinknecht (1981), modifizierte Gruppierung nach den Vorschlägen von Freeman et al. (1982).

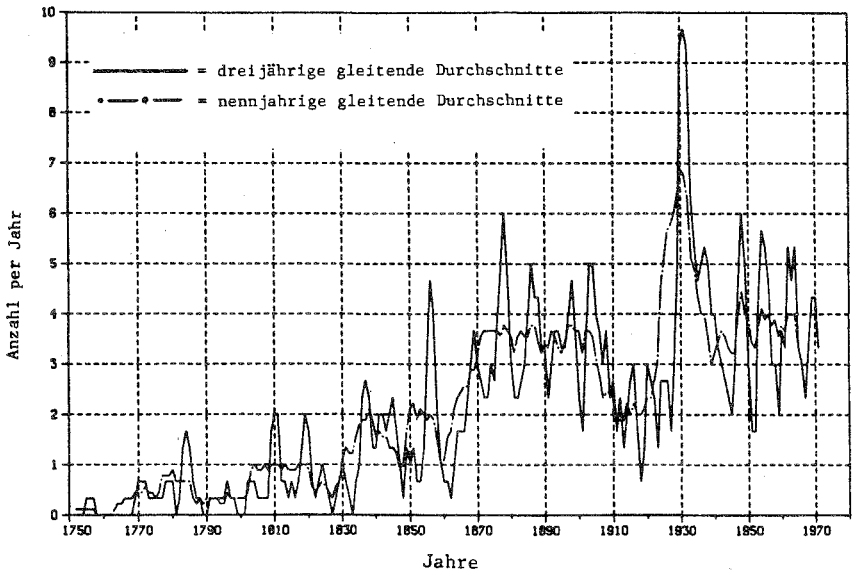
Die Zahlen in Tabelle 2 scheinen für das 20. Jahrhundert die Schumpetersche Hypothese zu bestätigen, daß relativ radikale Innovationen im langen historischen Zeitablauf *diskontinuierlich* auftreten: Es zeigt sich eine deutliche Konzentration von Innovationsfällen in der zweiten Hälfte der 30er Jahre und in den 40er Jahren, die sich dann im Laufe der 50er Jahre, z.T. auch erst in den frühen 60er Jahren, abschwächt. Allerdings ist die empirische Überzeugungskraft und Verlässlichkeit solcher Innovationsdaten ernsthaft angezweifelt worden. Besonders die ursprünglich von Mensch (1975) verbreitete Version von Innovationsschüben in den Tiefpunkten der langen Welle (1880er und 1930er Jahre, siehe für letzteres Spalte (3) in Tabelle 2), ist auf starke Kritik gestoßen (siehe Scholz 1976, Clark et al. 1981). Die Kritik bezieht sich auf Punkte wie die Repräsentativität der Datenquelle, die exakte Datierung von Innovationszeitpunkten, die Definition des Begriffs »Basisinnovation« u.a.m. (siehe insbesondere Clark et al. 1981, S. 148f.). Ähnliche Kritik wurde auch an dem in Kleinknecht (1981) gebrauchten Datensatz (s. Spalte (5)) geäußert (siehe Freeman et al. 1982, S. 49 f.). Die Kritiker haben eine Anzahl Ergänzungen und Korrekturen an Mensch's Liste von Basisinnovationen (siehe Spalte (4)), sowie eine Regruppierung meiner Daten (siehe Spalte (6)), vorgeschlagen. Wie aus einem Vergleich von Spalten (3) und (4) bzw. von Spalten (5) und (6) zu se-

hen ist, werden die Ergebnisse dadurch in der Tat leicht modifiziert: Neben einer Konzentration von Innovationen in den späten 30er Jahren, zeigen sich etwas mehr Innovationen in den 40er und 50er Jahren, also in der frühen Aufschwungphase der langen Welle. Allerdings bestätigen auch die korrigierten Daten nicht die Position von Clark et al. (1981), die betonen, daß es wegen der mit radikalen Innovationsprojekten verbundenen Risiken und Unsicherheiten äußerst unwahrscheinlich sei, daß solche Innovationen sich gerade in der Depressionsphase der langen Wellen konzentrieren würden. Sollte es irgendeinen Einfluß der Konjunktur auf die Innovationsrate geben, so wäre eher eine Konzentration von Innovationen in der Prosperitätsphase der langen Wellen mit expandierenden Märkten und hohen Profiten zu erwarten (s. Clark et al. 1981, S. 150).

Aufgrund der methodologischen Zweifel, die gegen die in Tabelle 2 zusammengefaßten Innovationsindikatoren vorgebracht werden können, wurde in Kleinknecht (1984) noch eine zusätzliche unabhängige Datenquelle ausgewertet: ca. 1000 Patente, die im britischen Patentamt von Baker (1976) als besonders wichtige »Schlüsselpatente« für die Periode 1640-1971 identifiziert wurden. Ausgehend von 363 wichtigen Objekten (»Items«) suchte Baker aus dem großen Strom an jährlichen Patenten die für diese 363 Items jeweils wichtigsten Durchbruchpatente heraus. Beim Gebrauch dieser Schlüsselpatente als Indikatoren für radikale Innovationen stellen sich noch einige methodische Probleme, die hier nicht erörtert werden können (vgl. hierzu Kapitel IV in Kleinknecht 1984). Mit Hilfe eines neu-entwickelten Klassifikationsschemas (vgl. Coombs/Kleinknecht 1983) wurden die 1000 Schlüsselpatente nach produkt- versus prozessbezogenen Patenten klassifiziert. Nähere Einzelheiten dieser Klassifikation sind in Kleinknecht (1984, Appendix B und Kapitel IV) zu finden. Die Ergebnisse für die produktbezogenen Schlüsselpatente sind in Graphik I zusammengefaßt.

Graphik 1: Alle produktbezogenen Schlüsselpatente in Baker (1976);

Quelle: Kleinknecht 1984, S. 89.





Da sich bereits bei der Durchsicht der Ursprungsdaten zeigte, daß die Schlüsselpatente in der Zeit von 1640 bis 1750 keinerlei nennenswerte Fluktuationen zeigten, ist Graphik I auf die Periode 1750-1971 beschränkt.

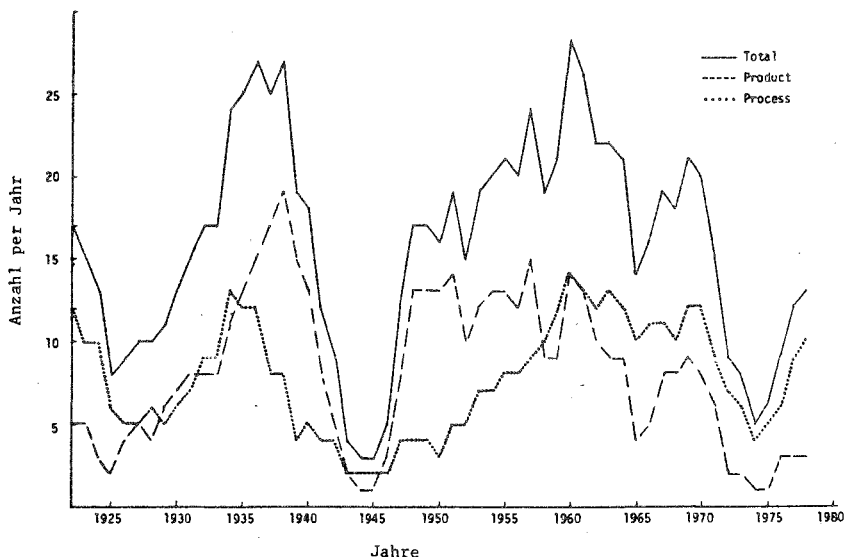
In Graphik I zeigen sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts und im 20. Jahrhundert zwei deutliche lange Wellen produktbezogener Schlüsselpatente. Die erste reicht vom Ende der 1870er Jahre bis etwa 1905 und deckt damit die Depressionsphase des »2. Kondratieff«, sowie die frühe Aufschwungsphase des »3. Kondratieff« ab; die zweite Welle produktbezogener Schlüsselpatente reicht vom Beginn der 1930er Jahre bis etwa zum Beginn der 60er Jahre. Bei beiden Wellen kann gesagt werden, daß das Absinken der Innovationsrate dem oberen Wendepunkt der langen Welle jeweils um rund 10 Jahre vorauseilt.

In der Periode vor 1850 zeigen sich nur schwache Fluktuationen. Die Welle von zirka 1830 bis etwa 1855 würde im Prinzip noch in das obige Interpretationsschema passen, da sie ebenfalls die Depressionsphase (des Schumpeterschen »2. Kondratieff«) plus die nachfolgende frühe Aufschwungsphase (des »3. Kondratieff«) abdeckt. Diese Welle ist jedoch quantitativ nicht sehr stark ausgeprägt. Die produktbezogenen Schlüsselpatente von Baker (1976) scheinen somit den Eindruck von obig zitiertem Test der Nationalprodukt- und Industrieproduktionsserien zu bestätigen, daß das Konzept langer Wellen für den frühen Kapitalismus weniger relevant ist. Im Unterschied zu den Produktpatenten sind die *prozeßbezogenen* Patente relativ schwierig zu interpretieren. Diese sind hier nicht wiedergegeben (siehe hierzu Kleinknecht 1984, S. 89). Insgesamt scheinen die letzteren stärker mit den kürzeren Konjunkturzyklen zu korrespondieren. Dabei scheint es als ob die prozeßbezogenen Patente jeweils nicht nur »Peaks« in den Depressionsphasen, sondern auch in den mittleren bis späten Aufschwungsphasen der langen Welle verzeichnen. Während der Nachkriegszeit scheint es, als ob sich Produktpatente und Prozeßpatente gegensätzlich bewegen (vgl. Kleinknecht 1984, Kapitel IV); es scheint also im Zuge der langen Welle nach dem 2. Weltkrieg eine Verschiebung im Verhältnis von Produkt- zu Prozeßinnovationen zugunsten der letzteren stattgefunden zu haben. Diese Beobachtung kann auch in einem anderen, unabhängigen Datensatz gefunden werden, der vor kurzem von den Kritikern der Innovationsschubhypothese präsentiert wurde. Dabei handelt es sich um 195 »Radical Innovations« in der britischen Industrie im Zeitraum 1920-1980 (vgl. Freeman et al. 1982a). Diese 195 besonders wichtigen Innovationen wurden von Innovationsexperten aus einer Datenbank von mehr als 2000 Innovationen ausgesucht. Letztere beruht auf Interviews mit Managern aus zahlreichen Branchen (zirka 50 %) der verarbeitenden Industrie (für nähere Details siehe Freeman et al. 1982).

Die Verteilung dieser 195 Innovationen über den Zeitraum 1920-1980 ist in Graphik 2 wiedergegeben. Bei der Interpretation dieser Graphik ist zu berücksichtigen, daß die Daten (wie von den Autoren selbst eingeräumt) möglicherweise die Innovationen der Zwischenkriegszeit unterschätzen, da die Periode von 1945 bis 1980 sehr viel gründlicher untersucht wurde als die Zeit vor 1945. Außerdem wird vermutlich die Anzahl der kriegsrelevanten Innovationen aus den 40er Jahren unterschätzt, da u.a. die Flugzeugbaubranche nicht erfaßt ist. Es ist wohl überflüssig hinzuzufügen, daß die Auswahl der 195 radikalen Innovationen nach subjektivem Urteil der verschiedenen Experten erfolgt ist. Dennoch kann in Bezug auf Graphik 2 gesagt werden, daß die Kritiker der Innovationsschubhypothese auch durch ihre eigenen Daten nicht unterstützt werden. Die Daten zeigen einen deutlichen Peak in den späten 30er Jahren. Auch der zweite Peak am Ende der 50er Jahre ist noch konsistent mit den obig behandelten Daten, insbesondere wenn man berücksichtigt, daß es sich um *englische* Innovationen handelt, die der erstmaligen Einführung einer Innovation auf Weltmarktniveau mit einem

time-lag folgen können. Zusammenfassend kann somit gesagt werden, daß der Eindruck von den Daten über bahnbrechende Innovationen aus Tabelle 2 bestätigt wird durch zwei Datensätze aus völlig unabhängiger Quelle: die produktbezogenen Schlüsselpatente in Graphik 1 und die radikalen Innovationen in Graphik 2. Die verschiedenen Datensätze bestätigen die Hypothese, daß wichtige innovative Durchbrüche im längeren historischen Zeitablauf nicht zufallsverteilt sind, sondern schubweise während der Depressionsphase und der frühen Aufschwungsphase der langen Welle auftreten.

*Graphik 2: 195 radikale Produkt- und Prozeßinnovationen in der britischen Industrie nach Freeman et al. (1982) (fünfjährige gleitende Durchschnitte).*



Wie ist diese Beobachtung theoretisch zu erklären? Warum werden die äußerst risikoreichen radikalen Innovationen gerade in der Depressionsphase der langen Welle so massiv eingeführt, in einer Zeit also, in der die Risiken und Unwägbarkeiten nicht nur der ökonomischen Entwicklung im engeren Sinne, sondern der gesellschaftlichen Entwicklung schlechthin am größten sind? Warum geschieht dies nicht — wie Freeman et al. argumentieren — während der Prosperitätsphasen? Eine Antwort könnte sein, daß während der Prosperitätsphase nicht nur die Risiken, sondern auch die Anreize für radikale Innovationen geringer sind. Solange die bestehenden Produktlinien noch rasch expandieren, ist es kurzfristig profitabler, die Innovationsanstrengungen auf schrittweise Verbesserungen an letzteren zu konzentrieren. Die Tendenz, sich auf die Entwicklung bestehender Technologien und Anlagesphären zu konzentrieren, kann noch verstärkt werden durch den Umstand, daß radikal neue Technologien oft eine lästige Substitutionskonkurrenz zu bestehenden Industrien bedeuten: In einem Prozeß »schöpferischer Zerstörung« (Schumpeter) verdrängt z.B. die Dampfmaschine das Wasserrad, oder der Ottomotor wiederum die Dampfmaschine, werden natürliche durch synthetische Fasern verdrängt, wird die Stellung der Eisenbahnen untergraben durch Auto und

Flugzeug, ersetzen Kunststoffe Metalle, das Öl die Kohle usw. Natürlich haben Unternehmer, die in die jeweils alte Technologie investiert haben, kein Interesse am Aufkommen einer solchen Substitutionskonkurrenz.

Wie Rosenberg/Frischtak (1983) hervorgehoben haben, wird das Festhalten an der alten Technologie auch dadurch begünstigt, daß die Ausbildungssysteme, und vor allem die Lehrinhalte für Techniker und Ingenieure, jeweils auf die Bedürfnisse der etablierten Industrien und ihrer politischen Lobby zugeschnitten sind. Darüber hinaus haben die Kapitale in den etablierten Industrien und Technologien auch Mittel und Wege, um neue Substitutionstechnologien gezielt zu bekämpfen. In diesem Zusammenhang ist der sog. »sailing ship« Effekt wichtig: das Aufkommen einer neuen Konkurrenztechnologie kann erheblich behindert werden durch verstärkte Anstrengungen, die etablierte Technologie attraktiver zu machen. Rosenberg (1982) nennt eine Reihe von Beispielen für diese Form technologischer Konkurrenz:

»Das Wasserrad wurde während mindestens einem Jahrhundert nach der Einführung von Watts Dampfmaschine fortwährend erheblich verbessert; das hölzerne Segelschiff erfuhr zahlreiche tiefgreifende und einfallreiche Verbesserungen lange nach der Einführung des eisernen Dampfschiffs. Man vermutet, daß während der zwanziger Jahre die Konkurrenz von Seiten des Benzinmotors verantwortlich war für zahlreiche technologische Verbesserungen an der Dampfmaschine, und in derselben Periode stimulierte die Konkurrenz des (drahtlosen) Radios Experimente, die zu einem neuen und verbesserten Typ von Kabel führten, der 1924 eingeführt wurde. Der Welsbach-Mantel (vielleicht die wichtigste Einzelverbesserung in der Gasbeleuchtung) wurde eingeführt, nachdem die Elektrobeleuchtung begonnen hatte, die Attraktivität der Gasbeleuchtung in Frage zu stellen. Der Gasmantel von Welsbach brachte eine erhebliche Steigerung der Lichtmenge, die von einer Standard-Gaslampe produziert werden konnte. Nicht nur die Ausbreitung (Diffusion) von Technologien, sondern auch die Anstrengungen zur Entwicklung neuer Technologien können erheblich beeinflußt werden von den Erwartungen bezüglich zukünftiger Verbesserungen und der fortdauernden Überlegenheit bestehender Technologien. Eine Erklärung für das langjährige geringe Interesse an der Entwicklung des Elektromotors ist in der Überzeugung von der überwältigenden und gegenüber jeglicher Herausforderung erhabenen ökonomischen Überlegenheit der Dampfmaschine zu suchen. In der Entscheidung, während der Frühgeschichte des Automobils Forschung über Elektroautos zu vernachlässigen, spiegelt sich die damals gerechtfertigte Überzeugung von der völligen Überlegenheit des Benzinmotors (...). In ähnlicher Weise war auch der begrenzte Einstieg in die Kernenergie während des letzten Vierteljahrhunderts beeinflußt von den fortwährenden Verbesserungen in der thermischen Erergiebigkeit der althergebrachten aber scheinbar noch immer überlegenen fossilen Energieträger.« (Rosenberg 1982, S. 115 f. f. Übersetzung A. K.)

In bezug auf die Entwicklungsgeschichte neuer Industrien und Technologien wird in der Innovationsliteratur oft mit einer Art »Lebenszyklus«-Konzept argumentiert: Neu aufkommende Technologien sind in der Frühphase ihrer Entwicklung äußerst forschungs- und entwicklungsintensiv und mit einer hohen Rate von Produkt- und Prozeßverbesserungen verbunden, die via Qualitätsverbesserung und Kostensenkung die Absatzchancen fortlaufend verbessern. Im Laufe der Zeit wird jedoch eine Art Gesetz abnehmenden Zusatznutzens weiterer Verbesserungsanstrengungen wirksam (m.E. erstmalig formuliert durch Wolf 1912). Ausgehend von obig diskutierter Innovationsschubhypothese kann unterstellt werden, daß diese »Lebenszyklen« tendenziell synchron verlaufen. Es erscheint damit plausibel anzunehmen, daß in der ersten Hälfte des Aufschwungs der langen Welle die Rate an nachfragestimulierenden Produkt- und Prozeßinnovationen besonders hoch ist. Dabei ist es wahrscheinlich, daß nicht nur die hohe Innovationsrate den Absatz stimuliert, sondern auch umgekehrt, daß die expandierende Nachfrage wiederum extra Möglichkeiten und Anreize für weitere Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen (FuE) schafft (»demand-pull« Effekt). Ohne Zweifel ist damit der obengenannte »sailing ship« Effekt während der Aufschwungsphase der langen Welle besonders stark.

Diesem Argument zufolge müßten neue Konkurrenztechnologien »warten«, bis die entscheidenden Verbesserungsmöglichkeiten innerhalb der bestehenden Technologien ausgeschöpft, bzw. diese Technologien »ausgereift« sind. Daraus kann abgeleitet werden, daß in der Prosperitätsphase der langen Welle die Bedingungen günstig sind für Innovationen innerhalb der bestehenden technologischen »Paradigmen«, nicht jedoch für die Errichtung neuer Paradigmen. Die Bedingungen für radikale Innovationen können sich in dem Maße verbessern, wie die bestehenden Industrien ihre Expansionsgrenzen erreichen und wie sich in der depressiven Phase der langen Welle Marktsaturation und Überkapazitäten geltend machen. Will das Kapital auch weiterhin dem Spruch: »akkumuliert, akkumuliert: das ist Moses und der Propheten!« (Marx) gehorchen, so bleibt keine andere Wahl als sich entweder auf den zunehmend mörderischen Konkurrenzkampf in den etablierten Anlagensphären einzulassen, oder neue Anlagensphären zu erschließen. Dabei ist das Argument sicherlich berechtigt, daß die depressive Phase der langen Welle mit allen Risiken und Unsicherheiten zukünftiger Marktentwicklung im Prinzip kein vorteilhaftes Milieu ist für die Einführung hochrisikanter Innovationen. Vielleicht liegt hier ein mehr fundamentaler Widerspruch kapitalistischer Technikentwicklung: Der Druck zum risikoreichen Umschalten auf neue Technologien ist gerade dann am stärksten, wenn auch die Risiken zukünftiger Marktentwicklung am größten sind. Im Zuge der langanhaltenden Depressionsphase der langen Welle findet somit unter den denkbar ungünstigsten Bedingungen eine durch die Profitlogik zu diesem Zeitpunkt erzwungene Restrukturierung der technologischen Basis der Kapitalakkumulation statt. Ein Verweis auf das Deutschland der 30er und 40er Jahre möge illustrieren, was das für die gesellschaftliche Entwicklung bedeuten kann. Selbstverständlich wird hier der technologische Restrukturierungsprozeß in der Krise nur als *ein* (wenngleich als ein äußerst wichtiger) Aspekt krisenhafter gesellschaftlicher Restrukturierung begriffen. Freeman (1982), Hoeksema (1984), Huber (1982), Namenwirth (1973), Perez (1973), Salvati (1983) oder auch Screpanti (1984) haben in unterschiedlicher Weise wichtige soziale, politische, institutionelle oder kulturelle Teilaspekte im Restrukturierungsprozeß des »ensembles« der gesellschaftlichen Verhältnisse in der Krise behandelt. Obwohl sich meine Abhandlung hier ausschließlich um die technologische Restrukturierung dreht, können die dabei gewonnenen Ergebnisse letztendlich nur befriedigend interpretiert werden, wenn man die technologische Restrukturierung als Teil eines allgemeinen gesellschaftlichen »Strukturbruchs« (Altvater) begreift, der die »soziale Struktur der Akkumulation« (Gordon et al. 1982, 1983) einschneidend verändert.

Auf der Ebene der Technologie drückt sich dieser Restrukturierungsprozeß in z. T. entgegengesetzten Bewegungsrichtungen verschiedener Innovationsindikatoren aus. Im folgenden wird versucht zu zeigen, daß diese scheinbar widersprüchlichen Entwicklungstendenzen durchaus zu begreifen sind mit Hilfe einer deutlichen Unterscheidung nach *Typen* von Innovationen. Freeman et al. (1982) haben versucht, mit einem Verweis auf Daten für Forschungs- und Entwicklungsausgaben (FuE) und Patentaktivitäten das Argument zu entkräften, daß sich die Rate radikaler Innovationen im Gefolge der wirtschaftlichen Depression erhöht:

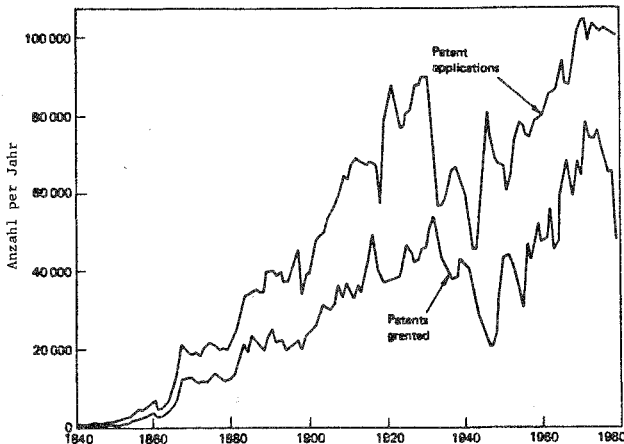
»Es gibt ... ein weiteres relevantes empirisches Beweisstück, das für die Kontroverse von Belang ist ... Wenn gezeigt werden könnte, daß Unternehmungen auf die Depression dergestalt reagieren, daß sie ihre Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen aufstocken und ihre Patentanfragen erhöhen, dann würde dies Kleinknechts Ansicht über unternehmerisches Verhalten erheblich unterstützen ... Wenn jedoch die empirischen Beweise anzeigen, daß Unternehmungen als Reaktion auf die Depression ihre Forschungs-, Erfindungs- und technischen Entwicklungsaktivitäten generell beschneiden, so begründet dies weitere Zweifel an der Hypothese, daß die Depression Basisinnovationen beschleunigt.« (ibid, S. 58, Übersetzung A.K.)

In Bezug auf FuE-Ausgaben verweisen die Autoren dann auf Daten von Terleckji (1963), der für den Tiefpunkt der Depression in den Jahren 1931-1934 ein mehr als 10%iges Absinken der FuE-Ausgaben in der US-Industrie feststellt. Darüber hinaus präsentieren Freeman et al. Daten über angefragte und verliehene Patente in den USA von 1840 bis 1980. Diese letzteren sind in Graphik 3 wiedergegeben. Aus den Patentdaten ziehen Freeman et al. den Schluß, daß diese sich im großen und ganzen parallel mit den ökonomischen Fluktuationen bewegen, d.h. die depressive Phase der langen Welle ging in der Tat mit einem dramatischen Absinken der FuE und der Patentaktivitäten einher.

Um den Gegensatz zwischen den eingangs zitierten Daten über radikale Innovationen und den von Freeman et al. zitierten Daten zu begreifen, ist die bereits erwähnte Unterscheidung wichtig zwischen Innovationen innerhalb bestehender technologischer Paradigmen und Innovationen, die neue Paradigmen etablieren. Die von Freeman et al. zitierten Daten über FuE und Patentaktivitäten für die USA stehen primär als Indikatoren für den breiten Strom an Innovationen innerhalb bestehender Technologien und Branchen. Die sinkende Innovationsrate innerhalb der letzteren ist ein Ausdruck zunehmender Perspektivlosigkeit weiterer Investitionen in ausgereifte Technologien für tendenziell saturierte Märkte und dokumentiert zugleich die Notwendigkeit zur Erschließung neuer Anlagesphären. Das letztere drückt sich aus in einer hohen Rate radikaler Innovationen. Die Daten von Freeman et al. sind somit völlig konsistent mit den aus den übrigen Daten gezogenen Schlußfolgerungen.

Diese Interpretation wird übrigens noch unterstützt durch Daten über die jährliche Neugründung industrieller FuE-Laboratorien in der US-Industrie. Während die von Freeman et al. zitierten Daten von Terleckji (1963) während der Jahre 1931-1934 ein 10%iges Sinken der globalen FuE-Ausgaben in der US-Industrie anzeigen, gibt es einen raschen Anstieg der jährlichen Anzahl neuer FuE-Laboratorien, gerade auch in der Periode 1929-1936 (cf. Kleinknecht, 1984, S. 112).

Graphik 3: Patentaktivitäten in der USA (1840-1980) nach Freeman et al. 1982, S. 60.



Interpretieren wir die Daten über die Neugründung von industriellen FuE-Laboratorien als lead-Indikator für das Umschalten auf neue Technologien, so sind sie konsistent mit den verschiedenen Indikatoren radikaler Innovationen. Da die Kosten für die Neugründung von Forschungslaboratorien in den globalen FuE-Ausgaben enthalten sind, muß davon ausgegangen werden, daß die Budgetkürzungen für alte FuE-Laboratorien viel einschneidender gewesen sein müssen, als dies in dem von Terleckji gegebenen globalen Durchschnitt von 10 % zum Ausdruck kommt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß nur ein scheinbarer Widerspruch besteht zwischen den globalen FuE-Ausgaben und Patentaktivitäten einerseits und den Daten über radikale Innovationen andererseits. Die unterschiedliche Bewegungsrichtung beider Typen von Innovationen unterstützt die These, daß in der Depressionsperiode der 30er Jahre ein technologischer Restrukturierungsprozeß stattgefunden hat, bei dem alte Branchen und Technologien untergegangen und neue entstanden sind.

Wenn die Hypothese über den Zusammenhang zwischen Innovationsschüben und langen Wellen in der Ökonomie realistisch ist, dann müßte sich zeigen lassen, daß die im Restrukturierungsprozeß der Krise entstandenen neuen Technologien eine entscheidende Rolle spielen im nachfolgenden Aufschwung. Darauf wird im folgenden Abschnitt eingegangen.

### III. Innovation und Wachstum im Nachkriegsboom

Wer je über den Zusammenhang von Innovation und Wachstum gearbeitet hat, weiß, daß es nicht einfach ist, die Wachstumseffekte einzelner Technologien zu bestimmen. Zum einen bietet die amtliche Statistik nur wenige Daten an (und auch meistens nicht über genügend lange Zeiträume hinweg), die geeignet wären, das Wachstum neuer, innovativer Industrien mit fein unterteilten Daten zu verfolgen. Zum anderen sind die »forward« und »backward linkages« dieser neuen Industrien schwierig zu erfassen: Neue Technologien schaffen nicht nur Wachstum innerhalb »ihrer« eigenen Branche; das selbst Inputs (Investitionsgüter, Rohstoffe, Komponenten etc.) nötig haben und ihrerseits auch selbst wieder Inputs für andere Branchen liefern können, entstehen wichtige Wachstumseffekte in vor- und nachgelagerten Sektoren. Ein Versuch, die Wachstumseffekte der Basistechnologie Automobil in der US-Industrie zu messen, wurde von Rostow unternommen. Die dabei aufgetretenen Probleme können als prohibitiv für weitere derartige Studien angesehen werden (siehe Rostow 1978).

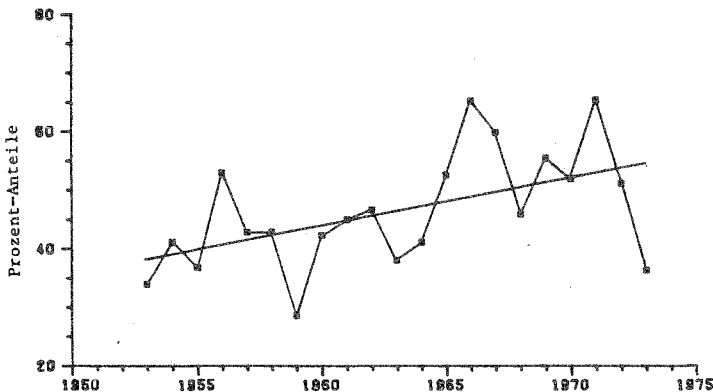
Ich habe deshalb eine andere Vorgehensweise gewählt. Diese besteht aus einem systematischen Vergleich der verschiedenen Branchen der verarbeitenden Industrie in bezug auf Innovation und Wachstum. Als Innovationsindikatoren standen dabei eine internationale Stichprobe von 500 wichtigen Innovationen für den Zeitraum 1953-1973 zur Verfügung (vgl. Gellman Research Associates 1976). Als Wachstumsindikatoren wurden Daten des DIW (1973/1975/1978) für die deutsche Industrie gebraucht. Da für jeden der 500 Innovationsfälle die Ursprungsbranche gegeben war, konnten diese über 30 Branchen der westdeutschen Industrie verteilt und ein quantitativer Indikator (Anzahl Innovationen per 1000 Beschäftigte, bzw. per Einheit Output) gebildet werden (für nähere Details siehe Kleinknecht 1984 a). Bei einer einfachen Korrelationsanalyse stellte sich heraus, daß die (einseitige) Verteilung der Innovationen über die diversen Branchen der verarbeitenden Industrie hochgradig korreliert ist mit Unterschieden in den Wachstumsraten der industriellen Nettoproduktion im Zeitraum 1951-1970 (vgl. *ibid.*). Zugleich konnte gezeigt werden, daß die einseitige Konzentra-

tion von Innovationen während des Zeitraumes 1953-1973 in Branchen wie Elektrotechnik/Elektronik, Feinmechanik/Optik, Chemie, Kunststoffverarbeitung, Straßen- und Luftfahrzeugbau, Mineralölverarbeitung u.a. starke Übereinstimmung zeigt mit der branchenweisen Verteilung der obig diskutierten Schlüsselpatente von Baker für die Periode 1930-1955. Überdies konnte aus obig zitierten Daten über die Neugründung von industriellen Forschungslaboratorien erschen werden, daß es vor allem während der 1930er Jahre eine hohe und steigende Zahl an Neugründungen gerade in diesen Branchen gegeben hat (vgl. Kleinknecht 1984, S. 112 ff.). Es kann damit gesagt werden, daß die in der Folge der Depression der langen Welle der 30er Jahre in Gang gekommene Restrukturierung der technologischen Basis die branchenweise Verteilung von Innovation und Wachstum während des gesamten nachfolgenden Aufschwungs stark beeinflusst hat. Diese Folgerung wird außerdem unterstützt durch den Umstand, daß die branchenweise Verteilung der 500 Innovationen während der gesamten Periode 1953-1973 relativ konstant geblieben ist (siehe Kleinknecht 1984 a).

In einer späteren Studie wurden diese 500 Innovationen nach Produkt- versus Prozeßinnovationen klassifiziert. Dabei stellte sich heraus, daß der überwältigende Teil der Produktinnovationen innerhalb der obengenannten Wachstumsbranchen konzentriert ist. Die übrigen Branchen weisen überhaupt nur wenige, und dabei überwiegend Prozeßinnovationen auf (für nähere Einzelheiten siehe Coombs/Kleinknecht 1983).

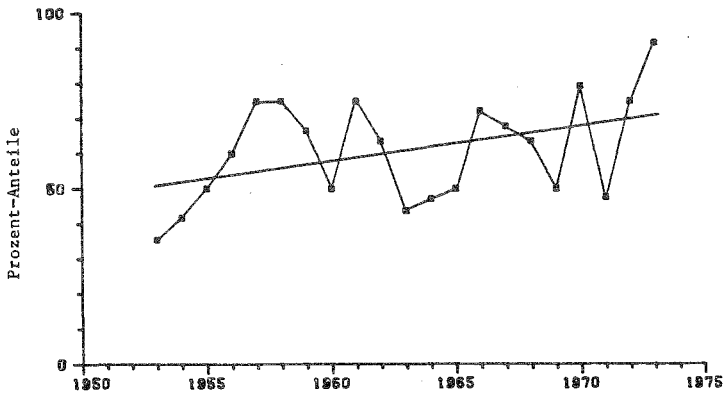
Allerdings hat im Zeitraum 1953-1973 innerhalb der innovativen Wachstumsindustrien auch eine Verschiebung von Produkt- nach Prozeßinnovationen stattgefunden. Dieser letztere Prozeß drückt sich auf zwei verschiedene Weisen aus. Zum einen hat innerhalb der Stichprobe von 500 Innovationen der prozentuale Anteil der Innovationen mit Ursprung in den Investitionsgüterindustrien zugenommen (siehe Graphik 5); zum anderen hat innerhalb der obengenannten Wachstumsindustrien der Anteil der (nach verschiedenen Definitionen) als »Prozeßinnovationen« klassifizierten Fälle zugenommen (siehe Graphik 6, für nähere Einzelheiten siehe Coombs/Kleinknecht 1983). Dieses Ergebnis ist konsistent mit dem Eindruck aus Graphik 2 mit den englischen Innovationen von Freeman et al.

Graphik 5: Jährliche Anteile (in %) der Innovationen mit Ursprung in den Investitionsgüterindustrien in der Gesamtstichprobe.



Quelle: Kleinknecht 1984, S. 138.

Graphik 6: Jährliche Anteile (in %) der Prozeßinnovationen in 8 innovativen Wachstumsindustrien.



Quelle: Kleinknecht 1984, S. 145.

Die obig zitierten Ergebnisse wurden überdies noch bestätigt in einer unabhängigen Studie für 27 Branchen der niederländischen Industrie (siehe Kleinknecht 1982). In dieser Studie zeigte sich ebenfalls eine hohe Korrelation zwischen Innovationen per Branche (gemessen mit der Anzahl Patentanfragen per 1000 Beschäftigte) und dem Wachstumstempo verschiedener Indikatoren der Kapitalakkumulation. Bei letzteren wurde (in einer sicher recht groben Unterscheidung) zwischen »rationalisierenden« Investitionen (= neue Maschinen) und »erweiternden« Investitionen (= Investitionen in Gebäude und Transportmittel, Grundstückskäufe) unterschieden. Dabei zeigte sich, daß die »rationalisierenden« Investitionen in den späten 60er Jahren etwas besser mit dem Patentindikator korreliert waren als die »erweiternden« Investitionen. Außerdem war ein Indikator für die Verschiebung von »rationalisierenden« nach »erweiternden« Investitionen ebenfalls signifikant korreliert mit der Patentintensität der 27 Branchen. Die Stärke des Rationalisierungsdralls innerhalb der hoch patentintensiven Branchen ist konsistent mit der in den obigen Graphiken illustrierten Verschiebung von Produkt- nach Prozeßinnovationen innerhalb der Wachstumsindustrien.

Im folgenden soll versucht werden, eine Verbindungslinie zu ziehen zwischen den obigen Ergebnissen und neueren (über-)akkumulationstheoretischen Interpretationen des Nachkriegswachstums, die die industrielle Profitrate und Indikatoren für die organische Zusammensetzung des Kapitals (Kapitalproduktivität) als zentrale Variable des Akkumulationsprozesses betrachten (siehe Altwater et al. 1979).

Der Profitratenindikator von Altwater et al. zeigt bis zur Mitte der 50er Jahre eine steigende und danach eine (nur durch kurze zyklische Aufschwünge unterbrochene) fallende Tendenz. Ähnliches gilt für die Kapitalproduktivität als Indikator für die organische Zusammensetzung des Kapitals (vgl. *ibid.*). Dieses Ergebnis gilt für die westdeutsche Industrie als ganzes in der Periode 1950-1977. Eine Aufspaltung der Industrie in 30 Branchen zeigt jedoch noch interessante Differenzierungen: Während für traditionelle, wenig innovative Industrien die Profitrate ab Mitte der 50er Jahre (in einigen Fällen auch schon früher) zu sinken beginnt, zeigen die obengenannten Wachstumsindustrien während der gesamten 50er Jahre, und z.T.



auch weit in die 60er Jahre hinein steigende Profitraten. Die Wendepunkte von steigenden nach fallenden Profitraten sind im einzelnen (vgl. Kleinknecht 1980):

---

Chemie:	1969 (oder 1974)
Mineralölverarbeitung:	1970
Flugzeugbau:	1960
Straßenfahrzeugbau:	1960
Elektrotechnik:	1960
Kunststoffverarbeitung:	1969 (oder 1973)

---

Lediglich die Profitrate der Feinmechanik/Optik-Industrie überschreitet bereits 1955 ihren Höhepunkt. Ähnliches gilt für die Kapitalkoeffizienten, deren Verlauf stark mit dem Profitratenindikator korreliert zu sein scheint (vgl. hierzu ähnliche Ergebnisse für eine Reihe von anderen Ländern bei Hill 1979).

Die Bewegungsrichtung der Kapitalproduktivität wird bestimmt durch die Entwicklung der Kapitalintensität und der Arbeitsproduktivität. Das Sinken der Kapitalproduktivität erklärt sich aus dem Umstand, daß die Steigerungsraten der Arbeitsproduktivität die steigende Kapitalintensität nicht mehr kompensieren können. Die Hauptursache für das Sinken der Kapitalproduktivität dürfte dabei vermutlich in den sinkenden (positiven) Zuwachsraten der Arbeitsproduktivität liegen. Dies muß hier nicht im einzelnen ausgeführt werden; das Phänomen des »productivity slow down« ist hinreichend dokumentiert (siehe etwa Scherer 1984, Denison 1979, Baily 1982). Aus obig Gesagtem kann abgeleitet werden, daß von den hoch innovativen Wachstumsindustrien eine temporäre Gegentendenz gegen den Fall der allgemeinen Profitrate ausgegangen ist. Diese Gegentendenz ergab sich vor allem aus den überdurchschnittlich hohen Innovationsraten und Wachstumsraten der Arbeitsproduktivität in diesen Industrien. Offensichtlich haben diese Industrien einen »Lebenszyklus« durchlaufen, an dessen Beginn eine hohe Rate von Produkt- und Prozeßinnovationen stand; die hohe Rate an Prozeßinnovationen hat dabei via hohe Steigerungsraten der Arbeitsproduktivität die Kapitalproduktivität und die Profitraten in diesen Industrien günstig beeinflusst; zugleich hat die hohe Produktinnovationsrate Nachfragewachstum und Erweiterungsinvestitionen begünstigt. Durch letzteres sind die negativen Folgen hoher Wachstumsraten der Arbeitsproduktivität für den Arbeitsmarkt nicht nur kompensiert, sondern zeitweilig sogar überkompensiert worden. Während der 1950er und der 60er Jahre hat der »Erweiterungseffekt« des technischen Fortschritts den »Freisetzungseffekt« übertroffen. In der in Coombs/Kleinknecht (1983) konstatierten Verschiebung von Produkt- nach Prozeßinnovationen während des Nachkriegsbooms liegt somit auch eine Erklärung für das Nachlassen des Erweiterungseffekts.

Zugleich muß festgestellt werden, daß das zunehmende Gewicht der Prozeßinnovationen innerhalb des Innovationsvolumens das Absinken der Wachstumsraten der Arbeitsproduktivität nicht verhindert hat. Eine Erklärung hierfür könnte darin liegen, daß innerhalb des Lebenszyklus innovativer Industrien eine Art Ertragsgesetz wirksam ist, d.h. in einer späteren Phase des Wachstumszyklus gibt es möglicherweise einen abnehmenden Nutzeffekt weiterer Innovationsanstrengungen. Diese Hypothese ist allerdings mit dem hier gebrauchten Material kaum zu überprüfen. Es gibt jedoch Untersuchungen für die USA, die eine abnehmende Profitabilität von FuE-Investitionen für die 70er Jahre zu beweisen versuchen (siehe Ravenscraft/Scherer 1982).

#### IV. Einige Schlußbetrachtungen

Ein wichtiger Konkurrent zur Theorie der langen Wellen sind Theorien über *Stadien* kapitalistischer Entwicklung (siehe etwa die Diskussion bei Altvater 1982). Wellentheoretiker sind im allgemeinen Generalisten und denken stark deterministisch, in allgemeinen Gesetzmäßigkeiten. Stadientheoretiker sind demgegenüber eher Detailisten. Sie betonen den hohen Stellenwert historisch einmaliger Ereignisse und legen großen Wert auf (oft irreversible) strukturelle Verschiebungen und qualitative Brüche in der Entwicklungsgeschichte des Kapitalismus (Kriege und Revolutionen, Monopolisierung, Staatsintervention, Entstehen der Arbeiterbewegung, Bedeutungsverlust des individuellen Erfinders und Kleinunternehmers zugunsten des professionellen FuE-Labors in Großunternehmen etc.). Die letztgenannten Punkte werden von den Wellentheoretikern zwar nicht ignoriert, aber doch deutlich heruntergespielt (Argumentationsmuster: »Der Kapitalismus bleibt halt doch Kapitalismus, auch wenn...«). Dieses Papier ist von einem Wellentheoretiker geschrieben. Nichtsdestoweniger, will man die oben entwickelte historische Kriseninterpretation gebrauchen für realistischere Spekulationen über ökonomische Entwicklungsperspektiven in den 1990er Jahren, so muß ein wichtiger qualitativer Bruch beachtet werden: Durch die Entwicklung der Basistechnologie »Microelektronika« ist eine neue Dimension von Automatisierung möglich. Dies bedeutet nicht nur, daß nun auch Kontroll- und Überwachungsfunktionen leichter automatisiert werden können, es bedeutet außerdem, daß im Rahmen *flexibler* Automatisierung auch relativ kleine Serien ökonomisch rentabel automatisiert (roboterisiert) werden können (vgl. Coombs 1981). Wie aus vielen Fallstudien bekannt ist, ermöglicht dieses qualitativ höhere Niveau von Automatisierung enorme Sprünge in der Entwicklung der Arbeitsproduktivität. Aufgrund der schwachen Investitionstätigkeit breitet sich diese neue Automatisierungstechnologie jedoch momentan noch nicht sehr schnell aus, was sich u.a. auch in den noch immer schwachen Zuwachsraten der Arbeitsproduktivität ausdrückt. Dies kann sich jedoch entscheidend ändern, wenn ein neuer Aufschwung der langen Welle und damit der Investitionen stattfinden wird. Da die neuen Automatisierungstechnologien im Prinzip in alle etablierten Industriezweige Einzug halten werden, ist hier eine wahre Welle von Produktivitätssteigerungen zu erwarten. Angesichts mehr oder weniger saturierter Märkte ist es wenig wahrscheinlich, daß ein solcher Produktivitätsschub durch das Produktionswachstum kompensiert werden kann. Negative Effekte für den Arbeitsmarkt sind daher sehr wahrscheinlich. Die in den neu entstehenden Industrien geschaffenen Arbeitsplätze werden daran nicht sehr viel ändern, da auch in den neuen Zweigen von Anfang an die Automatisierung zum Zuge kommt. Hierin liegt ein wichtiger Unterschied zu den neuen Industrien der 1940er und 50er Jahre. Somit erscheint für den möglicherweise in den 1990er Jahren stattfindenden Aufschwung der langen Welle (anders als in den 50er Jahren) das *joblose Wachstum* als eine reale Möglichkeit. Das Problem der Arbeitslosigkeit kann demnach nicht *entweder* durch Wachstum *oder* durch Arbeitszeitverkürzung gelöst werden. Im Gegenteil: Gerade wenn die Investitionen wieder anziehen, könnte sich eine erhebliche Arbeitszeitverkürzung als arbeitsmarktpolitisch dringend notwendig erweisen.

Eine andere Frage betrifft den möglichen Schub an neuen Technologien, der einen neuen Aufschwung tragen könnte. In der Literatur werden dabei vor allem zwei Kandidaten gehandelt: Biotechnologie und neue Informationstechnologien (vgl. etwa FAST 1984). Aus zahlreichen Fallstudien über Innovationen der 30er Jahre kann leicht ersehen werden, daß die einzu-schlagende Innovationsrichtung stark politisch beeinflussbar ist: Innovationen wie Silikon,

Terylen, Kortison, Radio, Xerographie, Tonbänder, Flugzeuge, Helikopter usw. sind wegen ihrer militärischen Bedeutung mit z.T. erheblichen Mitteln von staatlicher Seite unterstützt worden (vgl. etwa Mahdavi 1972). Auch in der gegenwärtigen Depressionsperiode ist es eine erstrangige politische Frage, ob der Großteil der innovativen Ressourcen wieder vom militär-industriellen Komplex vereinnahmt wird, oder ob es gelingt, die Mittel für friedliche Projekte freizumachen. Die Milliardenbeträge an FuE, die z.B. für Ronald Reagans STAR WAR Szenario verplant sind, könnten ohne weiteres auch für Forschungs- und Investitionsprogramme eingesetzt werden, um Probleme wie die Verschmutzung der Weltmeere, die Zerstörung tropischer Wälder, die Ausbreitung von Wüstengebieten oder sauren Regen einer Lösung zuzuführen oder auch, um angepasste Technologien für die Länder der Dritten Welt zu entwickeln. Bei einer Lösung dieser Probleme könnte die Biotechnologie eine Schlüsselrolle spielen. Außerdem gibt es innerhalb der industriellen Zentren erhebliche Innovations- und Wachstumspotentiale etwa beim Recycling von Rohstoffen oder bei der Reduktion von Schadstoffemissionen; Rothwell/Zegveld (1981) haben auf eine erhebliche Innovationsarmut im öffentlichen Sektor hingewiesen: Die technologische Entwicklung öffentlicher Transportmittel ist hinter der Entwicklung des Autos zurückgeblieben; das Telefonsystem ist veraltet und hinkt weit hinter der Entwicklung von Computerterminals her; die Entwicklung präventiver Medizin und die Produktivität des Gesundheitswesens sehen armselig aus im Vergleich zur Innovationsintensität der Pharmaindustrie usw. (vgl. *ibid.* S.148).

Neben der einzuschlagenden Innovationsrichtung ist auch die gesellschaftliche Anwendung der neuen Technologien eine eminent politische Frage. Die neuen Informationstechnologien könnten z.B. eingesetzt werden, um dezentralisierte Produktions- und Dienstleistungseinheiten aufzubauen, die erheblich mehr Autonomie für die Beschäftigten, mehr Flexibilität, mehr Eigenverantwortlichkeit und Arbeitszufriedenheit ermöglichen (vgl. Toffler 1981). Dieselben Technologien können jedoch auch eingesetzt werden, um ein Betriebsklima im Stil von Orwells »1984« zu schaffen. Dieses Beispiel möge verdeutlichen, daß Gebiete wie »Technological Forecasting« oder »Technology Assessment« keine bloße Spielwiese für Akademiker sein können.

Ein anderes wichtiges Konfliktfeld dürfte in der massenhaften Obsoleszenz erlernter Qualifikationen liegen, die mit dem Untergang alter Industrien und Technologien einhergeht. Zugleich entstehen neue Qualifikationsprofile innerhalb der neuen Industrien. Spielt sich das Ausbildungssystem hierauf nicht flexibel genug ein, so entsteht die Möglichkeit, daß Massenarbeitslosigkeit und Arbeitskräftemangel gleichzeitig auftreten. Hier liegt ohne Zweifel ein Aktionsfeld für Gewerkschaften, die die Interessen der Ware Arbeitskraft zu verteidigen haben.

Wie aus dem obig erwähnten Vergleich von Innovationsindikatoren für die Zeit von 1953-1973 mit denen der 1930er und 40er Jahre zu sehen war, bestimmt die einmal eingeschlagene Innovationsrichtung sehr stark die Entwicklung für die ganze nachfolgende Aufschwungsperiode der langen Welle. Erst in der Depressionsperiode werden die Karten wieder neu verteilt. Vor diesem Hintergrund ist es ein nicht zu unterschätzendes Verdienst der Umweltbewegung speziell in der Bundesrepublik, eine breitere Diskussion über die einzuschlagende Richtung in der Technikentwicklung provoziert zu haben. Damit besteht die Chance, die Entscheidungsprozesse über die Innovationsaktivitäten der 80er und 90er Jahre zumindest teilweise zu demokratisieren, anstatt sie (wie in den 30er Jahren) ausschließlich den anonymen »Marktkräften« (oder besser: dem diskreten Zusammenspiel von Großunternehmen und Staatsapparat) zu überlassen. Damit diese Chance auch wirklich wahrgenommen wer-

den kann, muß sich die politische Ökonomie der Ökologie annehmen, damit diese nicht den Ideologen einer abstrakten Technik- und Industrie Feindlichkeit überlassen bleibt. Es ist darum an der Zeit, daß einige der oben diskutierten »schumpeterianischen« Fragestellungen in die Diskussion um wirtschaftspolitische Alternativen Eingang finden. Dies bietet zugleich die Chance, die Diskussion über einen wichtigen (und vielfach ignorierten) Teil des theoretischen Erbes von Karl Marx wieder aufzunehmen: die Dialektik von Produktivkräften und Produktionsverhältnissen. Diese steht im Zentrum des Marx'schen Profitraten-Theorems. Akkumulation und Krise bei Marx ist mehr als nur Kreislauf-, Verteilungs- und Monopoltheorie! Ein theoretischer Innovationsschub bei den westdeutschen Politökonomien wäre wünschenswert.

## Literatur

- Abelshauer, W./Petzina, D. (1980): »Krise und Rekonstruktion«, in: W.H. Schröder/R. Spree (Hrsg.): *Historische Konjunkturforschung*, Stuttgart: Klett-Cotta.
- Altvater, E. (1982): »Der Kapitalismus vor einem neuen Aufschwung? Über Theorien der 'langen Welle' und der 'Stadien'.« in: *Wirtschaft und Gesellschaft*, Festschrift für Theodor Prager und Philipp Rieger, Wien.
- Altvater, E./Hoffmann, J./Semmler, W. (1979): *Vom Wirtschaftswunder zur Wirtschaftskrise, Ökonomie und Politik in der Bundesrepublik*, Band 1 und 2, Berlin: Olle & Wolter.
- Bailey, M.M. (1982): »The Productivity Growth Slowdown by Industry«, in: *Brooking Papers on Economic Activity*, Nr. 2, S. 423 ff.
- Baker, R. (1976): *New and Improved... inventors and inventions that have changed the modern world*. London: British Museum Publications.
- Barr, K. (1979): »Long Waves: A Selective Annotated Bibliography«, *REVIEW*, Band 2, Nr. 4, Spring 1979, S. 675 ff.
- Bieshaar, H./Kleinknecht, A. (1983): »Kondratieff Long Waves in Aggregate Output? An Econometric Test«, in: *Konjunkturpolitik*, 30. Jahrgang, Nr. 5, Oktober 1984.
- Clark, J./Freeman, C./Soete, L. (1981): »Long Waves and Technological Developments in the 20th Century«, in: D. Petzina/G. van Roon (Hrsg.): *Konjunktur, Krise, Gesellschaft, Wirtschaftliche Wechselagen und soziale Entwicklung im 19. und 20. Jahrhundert*, Stuttgart: Klett-Cotta.
- Clark, J./Freeman, C./Soete L. (1981 a): »Long Waves, Inventions and Innovations«, *FUTURES* 13, Nr. 4, August 1981, S. 308 ff.
- Coombs, R. (1981): »Innovation, Automation and the Long Wave Theory«, *FUTURES* 13, Nr. 5, Oktober 1981.
- Coombs, R. (1984): »Long Waves and Labour-Process Change«, *REVIEW*, Band VII, Spring 1984.
- Coombs, R./Kleinknecht, A. (1983): »New Evidence of the Shift Towards Process Innovation during the Long Wave Upswing«, *Research Memorandum 1983 – 7*, Ökonomische Fakultät der Freien Universität Amsterdam (erscheint im Sammelband der Konferenz »Innovation, Design and Long Cycles in Economic Development« vom April 1983 in London).
- Denison, E.F. (1979): »Explanation of Declining Productivity Growth«, in: *Survey of Current Business*, August 1979.
- De Wolff, S. (1915): »Accumulatie en Crisis«, *De Nieuwe Tijd*, Band 20, S. 1 ff., S. 335 ff., S. 469 ff.
- De Wolff, S. (1921): »Prosperiteits- en depressieperioden«, in: *De Socialistische Gids, Maandschrift der Sociaal Democratische Arbeiderspartij*, Band VI, Nr. 1, Januar 1921.
- De Wolff, S. (1924): »Prosperitäts- und Depressionsperioden«, in: *Der lebendige Marxismus, Festgabe zum 70. Geburtstag von Karl Kautsky*, (Hrsg. O. Janssen), Jena 1924, Reprint Glashütten 1973.
- De Wolff, S. (1925): »Beschouwingen over de waardeleer«, *De Socialistische Gids, Maandschrift der Sociaal Democratische Arbeiderspartei*, S. 346 ff., S. 472 ff., S. 566 ff., S. 648 ff., S. 765 ff.

- De Wolff, S. (1929): *Het economische getij*, Amsterdam: J. Emmering.
- DIW (1973/1975/1978): *Produktionsvolumen und -potential, Produktionsfaktoren der Industrie im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland. Statistische Kennziffern*, 13., 16. und 20. Ausgabe, vorbereitet von: R. Krenzel/E. Baumgart/R. Pischner/K. Droegemam am DIW-Berlin.
- Dosi, G. (1982): »Technological Paradigms and Technological Trajectories«, *Research Policy*, Band 11, S. 147 ff.
- FAST (1984): The FASTreport, *EUROFUTURES, The challenges of innovation*, (Hrsg.): Kommission der Europäischen Gemeinschaften in Zusammenarbeit mit der Zeitschrift Futures, London: Butterworths.
- Fontvieille, L. (1979): »Les mouvements longs de Kondratieff et la théorie de la régulation«, *ISSUES* (Cahiers de Recherches de la Revue ECONOMIE ET POLITIQUE) Nr. 4, 3. und 4. Trimester 1979.
- Freeman, C. (1982): *The Economics of Industrial Innovation*, London: Frances Pinter, 2. Auflage (1. Auflage: Penguin Economics 1974).
- Freeman, C. (1982 a): »Innovations as an Engine of Economic Growth: Retrospects and Prospects«, in: H. Giersch (Hrsg.): *Emerging Technologies: Consequences for Economic Growth, Structural Change and Employment*, Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck).
- Freeman, C./Clark, J./Soete, L. (1982): *Unemployment and Technical Innovation. A study of Long Waves and Economic Development*, London: Frances Pinter.
- Freeman, C./Soete, L./Townsend, J. (1982 a): »Fluctuations in the Numbers of Product and Process Innovations 1920-1980« *Beitrag zum OECD Workshop »Patent and Innovation Statistics*, Juni 1982 in Paris.
- Gadisseur, J. (1979): *Le produit physique de l'économie belge, 1831-1913*. Unveröffentlichte Dissertation (9 Bände), Universität von Liège.
- Garvy, G. (1943): »Kondratieff's Theory of Long Cycles«, *Review of Economic Statistics*, Band 25, S. 203 ff.
- Gellman Research Associates (1976): *Indicators of International Trends in Technological Innovation*, Autoren: S. Feinmann und W. Fuentesvilla, National Science Foundation (PB-263 738), Washington D.C., April 1976.
- Glismann, H./Rodemer, H./Wolter, F. (1978): »Zur Natur der Wachstumsschwäche in der Bundesrepublik Deutschland. Eine empirische Analyse langer Zyklen wirtschaftlicher Entwicklung«, *Kiel Discussion Paper*, Nr. 55, Institut für Weltwirtschaft, Juni 1978.
- Glismann, H./Rodemer, H./Wolter, F. (1981): »Lange Wellen wirtschaftlicher Entwicklung«, in: D. Petzina/G. van Roon (Hrsg.): *Konjunktur, Krise, Gesellschaft*, Stuttgart: Klett-Cotta.
- Glismann, H./Rodemer, H./Wolter, F. (1983): »Long Waves in Economic Development, Causes and Empirical Evidence« in: C. Freeman (Hrsg.): *Long Waves in the World Economy*, London: Butterworths.
- Gordon, D.M./Edwards, R./Reich, M. (1982): *Segmented Work, Divided Workers*, Cambridge University Press.
- Gordon, D.M./Weisskopf, T.E./Bowles, S. (1983): »Long Swings and the Nonreproductive Cycle«, in: *American Economic Association, Papers and Proceedings*, Band 73, Nr. 2, Mai 1983.
- Haustein, H.D./Neuwirth, E. (1982): »Long Waves in World Industrial Production, Energy Consumption, Innovations, Inventions and their Identification by Spectral Analysis«, *Technological Forecasting and Social Change*, Band 22, Nr. 1, September 1982.
- Hill, T.P. (1979): *Profits and Rates of Return*, Paris: OECD Publications.
- Hoeksema, K. (1984): *Strategiën voor en vakbeweging*, *Doctoraalscriptie*, Subfakultät der Politologie, Freie Universität Amsterdam.
- Huber, J. (1982): *Die verlorene Unschuld der Ökologie*, Frankfurt/M.: S. Fischer.
- Jánossy, F. (1966): *Das Ende der Wirtschaftswunder*, Frankfurt: Verlag Neue Kritik.
- Kleinkecht, A. (1980): »Überlegungen zur Renaissance der 'langen Wellen' der Konjunktur ('Kondratieff-Zyklen')«, in: W.H. Schröder/R. Spree (Hrsg.): *Historische Konjunkturforschung*, Stuttgart: Klett-Cotta.

- Kleinknecht, A. (1981): »Observations on the Schumpeterian Swarming of Innovations«, in: *FUTURES* 13, Nr. 4, August 1981.
- Kleinknecht, A. (1982): »Patenting in Dutch Industry: A Cross-Section Test on the Industry Life Cycle«, *Beitrag zum OECD-Workshop »Patent and Innovation Statistics«*, Juni 1982 in Paris.
- Kleinknecht, A. (1984): *Innovation Patterns in Crisis and Prosperity: Schumpeter's Long Cycle Reconsidered*, Dissertation, Ökonomische Fakultät der Freien Universität Amsterdam, September 1984.
- Kleinknecht, A. (1984 a): »Prosperity, Crisis and Innovation Patterns«, *Cambridge Journal of Economics*, 1984, 8, S. 251 ff.
- Kondratieff, N.D. (1926): »Die langen Wellen der Konjunktur«, *Archiv für Sozialwissenschaften und Sozialpolitik*, Band 56, S. 573 ff.
- Kondratieff, N.D. (1928): »Die Preisdynamik der industriellen und landwirtschaftlichen Waren«, *Archiv für Sozialwissenschaften und Sozialpolitik*, Band 60, S. 1 ff.
- Kuczynski, T. (1978): »Spectral Analysis and Cluster Analysis as Mathematical Methods for the Periodization of Historical Processes — A Comparison of Results Based on Data about the Development of Production and Innovation in the History of Capitalism. Kondratieff Cycles — Appearance or Reality?« Beitrag für Sektion B2 der 7. internationalen Konferenz für Wirtschaftsgeschichte in Edinburgh, August 1978.
- Kuczynski, T. (1980): »Have There Been Differences Between the Growth Rates in Different Periods of the Development of the Capitalist World Economy Since 1850? An Application of Cluster Analysis in Time Series Analysis« in: *Historisch-sozialwissenschaftliche Forschungen*, Band 6, Stuttgart: Klett-Cotta.
- Kuznets, S. (1940): »Schumpeter's Business Cycles«, in: *American Economic Review*, Band 30, Juni 1940, S. 157 ff.
- Mahdavi, K.B. (1972): *Technological Innovation. An Efficiency Investigation*, Stockholm: Beckmans.
- Mandel, E. (1973): *Der Spätkapitalismus*, Frankfurt/M.: Suhrkamp, 2. Auflage.
- Mandel, W. (1980): *Long Waves of Capitalist Development. The Marxist Explanation*. Cambridge University Press and Editions de la Maison de Sciences de l'Homme, Paris.
- Mansfield, E. (1983): »Long Waves and Technological Development«, in: *American Economic Association, Papers and Proceedings*, Band 73, Nr. 2, Mai 1983, S. 141 ff.
- McCracken, P. et al. (1977): *Towards Full Employment and Price stability*, Paris: OECD Publications.
- Mensch, G. (1975): *Das technologische Patt. Innovationen überwinden die Depression*, Frankfurt: Umschau.
- Metz, R. (1983): »Long Waves in English and German Economic Historical Series from the Middle of the Sixteenth to the Middle of the Twentieth Century« in: R. Fremdling/P.K. O'Brien (Hrsg.): *Productivity in the Economies of Europe*, Stuttgart: Klett-Cotta.
- Mitchell, B.R. (1981): *European Historical Statistics 1750-1975*, 2. revidierte Auflage, London: Macmillan.
- Mowery, D. (1981): *The Emergence and Growth of Industrial Research in American Manufacturing, 1899-1945*, Unveröffentlichte Dissertation, Department of Economics, Stanford University, Juni 1981.
- Namenwirth, Z. (1973): »The wheels of Time and the Interdependence of Value Change«, in: *Journal of Interdisciplinary History*, Band 3, S. 649 ff.
- Nelson, R.R./Winter, S.G. (1977): »In Search for a Useful Theory of Innovation«, in: *Research Policy*, 6, S. 36 ff.
- OECD (1983): *Main Economic Indicators*, Paris: OECD.
- Perez, C. (1983): »Structural Change and Assimilation of New Technologies in the Economics and Social Systems«, *FUTURES*, Oktober 1983, S. 357 ff.
- Ravenscraft, D./Scherer, F.M. (1982): »The lag Structure of Returns to R & D«, in: *Applied Economics*, Dezember 1982, S. 603 ff.
- Roobeek, A. (1984): »De relatie tussen technologie en economische ontwikkeling. Een literatuuranalyse«, *Research Memorandum*, Nr. 8412, Ökonomische Fakultät der Universität von Amsterdam.
- Rosenberg, N. (1982): *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge University Press.

- Rosenberg, N./Frischtak, C.R. (1983): »Long Waves and Economic Growth: A Critical Appraisal«, *American Economic Association, Papers and Proceedings*, Band 73, Nr. 2, Mai 1983, S. 146 ff.
- Rothwell, R./Zegveld, W. (1981): *Industrial Innovation and Public Policy. Preparing for the 1980s and 1990s*, London: Frances Pinter.
- Rostow, W.W. (1975): »Kondratieff, Schumpeter, Kuznets: Trend Periods Revisited«, *Journal of Economic History*, Band 35, S. 719 ff.
- Rostow, W.W. (1978): *The World Economy. History und Prospect*, London: Macmillan.
- Salvati, M. (1983): »Political Business Cycles and Long Waves in Industrial Relations, Notes on Kalecki and Phelps Brown«, in: C. Freeman (Hrsg.): *Long Waves in the World Economy*, London: Butterworth.
- Scherer, F.M. (1984): »The World Productivity Growth Slump«, *Discussion papers, Internationales Institut für Management und Verwaltung*, (IIM/DP 84-25), Wissenschaftszentrum Berlin.
- Scherer, F.M./Ravenscraft, D. (1983): »Structure Profit Relationships at the Line of Business and Industrial Level«, in: *Review of Economics and Statistics*, Februar 1983, S. 22 ff.
- Schmidt, P. (1976): *Econometrics*, New York/Basel: Marcel Dekker.
- Scholz, L. (1976): »Kontroverse um das 'technologische Patt'«, *ifo-schnelldienst* 29/30/76 S. 13 ff.
- Schumpeter, J.A. (1939): *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, 2 Bände, New York: McGraw-Hill.
- Screpanti, E. (1984): »Long Economic Cycles and Recurring Proletarian Insurgencies«, in: *REVIEW* (Sage Publications), Band VII, Nr. 3, Winter 1984.
- Spree, R. (1978): *Wachstumstrends und Konjunkturzyklen in der deutschen Wirtschaft von 1820 bis 1913*, Göttingen: Vandenhoeck & Rupprecht.
- Spree, R. (1980): »Was kommt nach den 'langen Wellen' der Konjunktur?« in: W.H. Schröder/R. Spree (Hrsg.): *Historische Konjunkturforschung* Stuttgart: Klett-Cotta.
- Terleckij, N. (1963): »Research and Development: Its Growth and Composition«, *Studies in Business Economics*, Nr. 82, New York: National Industrial Conference Board.
- Toffler, A. (1981): *The Third Wave*, London: Pan Books.
- Van der Zwan, (1980): »On the Assessment of the Kondratieff Cycle and Related Issues«, in: S.K. Kuipers/G.J. Lanjouw (Hrsg.): *Prospects of Economic Growth*, Amsterdam etc.: North Holland Publishing Company, S. 183 ff.
- Van Duyn, J.J. (1979): *De lange golf in de economie*, Assen: Van Gorcum.
- Van Duyn, J.J. (1983): *The Long Wave in Economic Life*, London etc.: George Allen & Unwin.
- Van Ewijk, C. (1981): »The Long Wave — A Real Phenomenon?« *De Economist*, Band 129, S. 324 ff.
- Van Ewijk, C. (1982): »A Spectral Analysis of the Kondratieff-Cycles«, *KYKLOS*, Band 35, Fasc. 3, S. 468 ff.
- Van Gelderen, J. (alias J. Fedder) (1913): »Springvloed. Beschouwingen over industriële ontwikkeling en prijsbeweging«, drei Teile, *De Nieuwe Tijd*, Band 18, S. 253 ff., S. 369 ff. und S. 445 ff.
- Wolf, J. (1912): *Die Volkswirtschaft der Gegenwart und der Zukunft*, Jena: A. Deichertsche Verlagsbuchhandlung.

**Appendix:** Übersicht der Zeitreihen getestet in Bieshaar/Kleinknecht 1984 (siehe Tabelle 1).

Land	Reihe	Zeitraum	Quelle
Großbritannien	Industrieproduktion	1801-1938 1946-1981	Mitchell 1981/OECD 1983
	Bruttoinlandsprodukt	1830-1979	Glismann et al. 1981
Frankreich	Industrieproduktion	1815-1913 1919-1938 1947-1981	Mitchell 1981/OECD 1983
	Nettoinlandsprodukt	1900-1913 1920-1979	Glismann et al. 1981
Deutschland bzw. BRD	Nettosozialprodukt	1850-1913 1925-1941 1948-1979	Glismann et al. 1981
	Industrieproduktion	1831-1913 1920-1939 1946-1981	Gadisseur 1979 Mitchell 1981/OECD 1983
USA	Bruttosozialprodukt	1889-1979	Glismann et al. 1981
Italien	Bruttoinlandsprodukt	1861-1979	Glismann et al. 1981
Schweden	Bruttoinlandsprodukt	1861-1979	Glismann et al. 1981
Welt (1)	Industrieproduktion (excl. Bergbau)	1780-1979	Kuczynski 1980/ Haustein et al. 1982
Welt (2)	Industrielle Gesamtproduktion (incl. Bergbau)	1850-1976	Kuczynski 1980