

Schriftenreihe Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Ulf Ausprung

**Der technische Wandel
im evolutorischen Paradigma**

Verlag Wissenschaft & Praxis



Der technische Wandel im evolutischen Paradigma

Schriftenreihe Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Band 46

Ulf Ausprung

Der technische Wandel im evolutorischen Paradigma

Verlag Wissenschaft & Praxis



Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

D93

ISBN 3-89673-185-8

© Verlag Wissenschaft & Praxis
Dr. Brauner GmbH 2003
Nußbaumweg 6, D-75447 Sternefeld
Tel. 07045/930093 Fax 07045/930094

Alle Rechte vorbehalten

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Printed in Germany

I.	Inhaltsverzeichnis	V
II.	Abbildungsverzeichnis	X
III.	Tabellenverzeichnis	XI
IV.	Übersichtsverzeichnis	XII
V.	Summary	XIII
VI.	Zusammenfassung.....	XV
1	EINLEITUNG	1
2	BEGRIFFLICHE GRUNDLAGEN.....	7
2.1.	Fortschritt, Wandel, Evolution und Richtung	7
2.2.	Technologie	8
2.3.	Technik.....	12
2.4.	Technischer Fortschritt, technologischer und technischer Wandel	13
2.5.	Innovation und Innovationsprozeß.....	19
2.6.	Radikale und inkrementale Innovationen, technologische Paradigmen und Trajektorien.....	29
2.7.	Forschung und Entwicklung	30
2.8.	Fazit.....	34
3	DIE BEDEUTUNG UND CHARAKTERISTIK DES TECHNISCHEN WANDELS IN DER WIRTSCHAFTSTHEORIE.....	37
3.1.	Der technische Wandel im neoklassischen Paradigma – Erklärung und Kritik	37
3.1.1.	Die traditionelle neoklassische Wachstumstheorie in allgemeiner Hinsicht.....	37
3.1.2.	Die Aussagen der Neoklassik im Hinblick auf den technischen Wandel.....	41
3.1.2.1.	Das Produktionsfunktionskonzept.....	41
3.1.2.2.	“Öffentliche Gut“ – Sichtweise des technologischen Wissens.....	44
3.1.2.3.	Mechanistische Prägung und Ausschluß von behavioristischen Faktoren	46

3.1.2.4. Exogenität des technischen Wandels	47
3.1.2.5. Raum-Zeit-Limitation des technischen Wandels	47
3.1.3. Fazit	49
3.2. Der technische Wandel im evolutorischen Paradigma	
– Erklärung und Kritik	51
3.2.1. Evolutorische Ökonomik – aktuelle Forschungsrichtung im Bereich der Neuerungen und des strukturellen Wandels.....	51
3.2.2. Involvierte Wissenschaftsbereiche der evolutorischen Ökonomik	53
3.2.3. Beiträge zur Entwicklung der evolutorischen Ökonomik	
– Erklärung und Kritik.....	54
3.2.3.1 Die Theorie des wirtschaftlichen Wandels bei Winter und in der gemeinsamen Arbeit von Nelson und Winter	54
3.2.3.1.1. Winter 1971 und 1975	54
3.2.3.1.2. Nelson und Winter 1974..	55
3.2.3.1.3. Nelson und Winter 1982	57
3.2.3.2. Gerybadze.....	62
3.2.3.3. Freeman.....	62
3.2.3.4. Dosi	62
3.2.4. Zusammenfassung	66
4 GRUNDLAGEN DER EVOLUTION UND EVOLUTORISCHER PROZESSE ...	69
4.1. Zum evolutorischen Paradigma und dessen Aufstieg.....	69
4.2. Die biologische Evolutionstheorie.....	71
4.2.1. Grundfragen der Abstammungslehre.....	71
4.2.2. Die Schöpfungstheorien.....	74
4.2.2.1. Genesis	74
4.2.2.2. Kreationismus.....	75
4.2.2.3. Transformismus.....	76
4.2.3. Die Darwinsche Evolutionstheorie und ihre Weiterentwicklung	77
4.2.3.1. Darwinismus.....	77
4.2.3.2. Neodarwinismus.....	78
4.2.3.3. Die Moderne Synthese der Evolutionstheorie	79
4.2.3.4. Kritik am Darwinismus und den weiterentwickelten Theorien ..	80
4.2.4. Neuere Evolutionstheorien.....	81
4.2.4.1. Die Systemtheorie von Riedl.....	82

4.2.4.2. Die Neutralitätstheorie von Kimura.....	84
4.2.5. Evolutionsraten: Gradualismus versus Punktualismus	87
4.2.6. Koevolution	90
4.2.7. Zusammenfassung	93
4.3. Die kosmologische Evolution	94
4.4. Die soziokulturelle Evolution	98
4.5. Zusammenfassung.....	100
5. DER TECHNISCHE WANDEL ALS EVOLUTIONÄRER PROZESS.....	103
5.1. Determination eines Nachweisschemas	103
5.2. Die Disziplin der biologischen Evolution.....	105
5.2.1. Ursprungstransformation	105
5.2.2. Feststellung der Ablauformen und Gesetzmäßigkeiten	105
5.2.3. Feststellung der Triebkräfte und Wirkungsmechanismen der Evolution.....	107
5.2.3.1. Evolutionsfaktoren.....	108
5.2.3.2. Zusammenfassung.....	113
5.2.4. Merkmale und Kennzeichen evolutorischer Prozesse – ein Generalisierungsversuch	113
5.2.4.1. Offener Systemprozeß, Neuerungen, Nichtlinearität und Konvergenzprinzip.....	114
5.2.4.2. Ungleichgewichtigkeit und Divergenzneigung.....	114
5.2.4.3. Selbstschaffung und Selbstorganisation	115
5.2.4.4. Irreversibilität.....	116
5.2.4.5. Transformation	117
5.2.4.6. Zusammenfassung.....	117
5.2.5. Der Beitrag der neueren Evolutionstheorien zu einem Nachweisschema.....	118
5.2.6. Zusammenfassung der Voraussetzungen für das Entstehen eines evolutorischen Prozesses	118
5.2.7. Validitätsprüfung des biologischen Evolutionsmodells	119
5.2.8. Zusammenfassung	120
5.3. Die Disziplin der kosmologischen Evolution – ein Wesensvergleich mit der biologischen Evolution	121
5.3.1. Ursprungstransformation	122

5.3.2. Überprüfung auf evolutionstypische Ablauformen und Gesetzmäßigkeiten	122
5.3.3. Überprüfung auf evolutionstypische Antriebskräfte und Wirkungsmechanismen.....	125
5.3.4. Überprüfung auf evolutionstypische Merkmale und Kennzeichen	126
5.3.5. Voraussetzungen für das Entstehen eines evolutorischen Prozesses – eine Kompatibilitätsprüfung.....	127
5.4. Die Disziplin der soziokulturellen Evolution – ein Wesensvergleich mit der biologischen Evolution	129
5.4.1. Ursprungstransformation	129
5.4.2. Überprüfung auf evolutionstypische Ablauformen und Gesetzmäßigkeiten.....	130
5.4.3. Überprüfung auf evolutionstypische Antriebskräfte und Wirkungsmechanismen.....	134
5.4.4. Überprüfung auf evolutionstypische Merkmale und Kennzeichen	134
5.4.5. Voraussetzungen für das Entstehen eines evolutorischen Prozesses – eine Kompatibilitätsprüfung.....	136
5.5. Fazit	137
5.6 Die Disziplin des technischen Wandels – eine Überprüfung auf Evolution.....	140
5.6.1 Analogiebetrachtung des biologischen und technischen Wandels ...	140
5.6.2 Überprüfung des Wesens und der Struktur des technischen Wandels.....	144
5.6.2.1. Ursprungstransformation.....	144
5.6.2.2. Überprüfung auf evolutionstypische Ablauformen und Gesetzmäßigkeiten	147
5.6.2.3. Überprüfung auf evolutionstypische Antriebskräfte und Wirkungsmechanismen	155
5.6.2.4. Überprüfung auf evolutionstypische Merkmale und Kennzeichen sowie auf Spezifika des technischen Wandels	161
5.6.2.5. Überprüfung der Existenz der Voraussetzungen für das Entstehen eines evolutorischen Prozesses beim technischen Wandel.....	163
5.6.2.6. Überprüfung des technischen Wandels auf die Gültigkeit der Eigenschaften eines evolutorischen Prozesses.....	164
5.6.3. Gesamtergebnis.....	165

6. IMPLIKATIONEN FÜR EINE WIRKUNGSVOLLE FORSCHUNGS- UND TECHNOLOGIEPOLITIK	171
6.1. Struktur der gegenwärtigen Forschungs- und Technologiepolitik in Deutschland	173
6.2. Defizite der Forschungs- und Technologiepolitik gegenwärtiger Prägung	177
6.3. Ansätze für eine evolutorisch geprägte Forschungs- und Technologiepolitik	180
6.4. Resümee.....	184
7. ERGEBNISSE UND AUSBLICK	187
VII. LITERATURVERZEICHNIS.....	189

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Der Technologielebenszyklus nach Ford und Ryan	11
Abbildung 2:	Das funktionale Referenzschema des Innovationsprozesses	24
Abbildung 3:	Der Forschungskegel.....	27
Abbildung 4:	Schematische Darstellung des Forschungsprozesses.....	33
Abbildung 5:	Das Produktionskurvenkonzept	42
Abbildung 6:	Arbeits- und kapitalsparender technischer Wandel	43
Abbildung 7:	Darstellung des prozessualen technischen Wandels	48
Abbildung 8:	Die Arten der Evolution	70
Abbildung 9:	Die verschiedenen die Evolutionstheorie beeinflussenden Fachdisziplinen.....	71
Abbildung 10:	Ontogenesen und Phylogenese in der Evolution.....	72
Abbildung 11:	Die drei Schöpfungstheorien	74
Abbildung 12:	Anpassungsprozeß der Evolution.....	77
Abbildung 13:	a) Funktioneller Vergleich der Synthetischen und b) Systemischen Evolutionstheorie.....	83
Abbildung 14:	Das Verhalten mutierter Gene nach ihrem Auftreten in einer endlichen Population.....	86
Abbildung 15:	a) Schematische Darstellung der Punktualistischen und b) Gradualistischen Evolution	88
Abbildung 16:	Die verschiedenen Formen der Selektion.....	111
Abbildung 17:	Das Funktionsschema der biologischen Evolution	120
Abbildung 18:	Der bifurkative Prozeß in der Domäne der kosmologischen Evolution	122
Abbildung 19:	Die Evolution der Materie in Abhängigkeit von Druck und Temperatur	123
Abbildung 20:	Funktionsdarstellung der kosmologischen Evolution.....	128
Abbildung 21:	Die bifurkative Entwicklung soziokultureller Systeme.....	131
Abbildung 22:	Funktionsverlauf der soziokulturellen Evolution.....	137
Abbildung 23:	Die Entwicklung der Artefakte am Beispiel des Hammers.....	145
Abbildung 24:	Trendhaftigkeit des technischen Wandels am Beispiel des Düsentriebwerks	150
Abbildung 25:	Die Miniaturisierung elektronischer Bauteile.....	152
Abbildung 26:	Technologische Subsysteme einer Kopiermaschine	154
Abbildung 27:	Funktionsverlauf des technischen Wandels	165

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Systematisierung von Technologiearten.....	9
Tabelle 2:	Variationsbeeinflussende genetische Mechanismen	112
Tabelle 3:	Vergleich der drei Evolutionsarten.....	138
Tabelle 4:	Systemvergleich der Evolutionsfaktoren.....	143
Tabelle 5:	Information als systemrelevanter Begriff	160
Tabelle 6:	Nachweisschema zum evolutorischen Charakter des technischen Wandels.....	166
Tabelle 7:	Das forschungs- und technologiepolitische Instrumentarium	174
Tabelle 8:	Die Entwicklung der Merkmale der staatlichen Forschungs- und Technologiepolitik	176

VI. Übersichtsverzeichnis

Übersicht 1:	Schematische Darstellung der Gliederung der vorliegenden Arbeit.....	6
Übersicht 2:	Nachweisschema zum evolutorischen Wesen des technischen Wandels.....	104

V. Summary

The subject of the presented research study evolves around the analysis of the phenomena of technical change in respect to its course and characteristics. The question to be answered for was how evolutionary it is – in the sense of the evolutionary paradigm.

The importance of the technical change is underlined by its economical growth impacts and the determination of the economical competitiveness of companies, branches and entire industries.

Initially, one has created basic terminologies for the phenomena of the technical change. In search of the substantial definition of *technical progress*, a clear relevance to quality and its progress can be identified, thus one must clearly see the impact of these two issues and their implications.

In regard to the definition of *technical change*, it has been established that it represents the change of the technical characteristics of a good, keeping in mind that technical change does not necessarily have to be of an improvement. Thus *technical change* cannot be equated to *technical progress*. The latter implies a development towards a higher level or direction in a positive sense whilst change stands actually for an alteration of any kind.

In the continued work of this dissertation, technical change was analysed in regard to the significant flow of the current economical theory and in respect to the evolutionary reflection. In this aspect statements rose in regard to the traditional *neo-classical theory of growth* within technical change as well as with more recent and novel ideas of the *evolutionary economy*.

It has been found that the neo-classical theory of growth neither was adequate to treat the phenomena of technical change properly nor to explain it. It has been designated as an exogenous factor, of which causalities of its emergence are left uncared for. Thus, we can state that from the point of view of current thinking this technical change remains an unknown factor or you may say that it is still regarded as the mysterious "blackbox".

In terms of the the theory of evolutionary economy it was stated that it is still inconsistent and does not dispose of a unified language, yet innovation and phenomena of change are explicitly taken into account and are taken as endogenous. However it was also found out that the followers of the theory of evolutionary economy are rather focused on the diffusion of novelties than on the formation and the characteristics of innovation processes.

From this point of deficit, this thesis reaches out and tries to identify and assess with the help of accepted evolutionary theories of biology, cosmology and society to lay grounds of primary basic remarks and characteristics for the evolutionary process. The goal of this analysis lies in the search of evidence for general evolutionary processes, which can than also be applied for a survey on evolutionary progression of technical change.

First of all the work of the broadest scientifically documented biological evolutionary theory, based on Darwin, is examined. In comparison to the evolutionary theory are those of genesis, creationism, and transformism, which could be proven as wrong thus leading to the confirmation of the evolutionary phenomena.

The further development of the darwinian evolutionary theory leads over to the neo-darwinian and to modern synthesis of the evolutionary theory.

With the examination of those theories the characteristics of the evolutionary process were analysed. The ultimate goal was to find principal mechanisms and functionalisms of the evolutionary theory in biology which could then be used for a proofing scheme for evolutionary processes in general. This proofing scheme was successfully established.

Subsequently, social-cultural and cosmological evolutions were examined in the beginning phases and first results were already found and compared to the biological analysis. Hereby, first conformances were found, which created a legitimisation of further detailed research.

In further accordance to this comparison, it was found out that the three evolutionary disciplines were almost identical in respect to their characteristics and regularities. Concluding all the comparative subjects of biology, cosmology and sociology, the status of all three domains as "evolving system" could therefore be accepted.

With the presented procedure a valid scheme of evidence could be developed which in the further course of the thesis was applied to examine the evolutionary core of technical change.

As a result of this examination, the technical process of change was proven to be evolutionary in the sense of its nature and characteristics. Yet it has to be stated that the evolutionary development of the technical change cannot be equated to the special evolutionary process of biology. Specifically in the coincidental area of mutation with the resulting variation, technical change is more intensive and by no means a coincidental process. Finally, however, an identity of nature between the technical evolution and the general traits and characteristics of an evolutionary process (those were found through research of biology, cosmology and sociology) could be confirmed.

In terms of the application of the result of the theses – the evolutionary nature of technical change – basic recommendations are given at the end of the theses for the presentation of a truly more effectful research and technological policy. This point of view is legitimised by the so far minorly successful but in economically dominating neo-classical framed research and technological policy.

Therefore, in terms of a recommendation different measures which are in line with the evolutionary character of technical change were proposed, being based, however, on the generating and the exchanging of knowledge.

These given brief derivational references fail to include the basic analysis of today's orthodox research and technological policy. Thus, it must be understood that the rather exceptional mentioned recommendations, should bestow an impulse for the research of the future.

VI. Zusammenfassung

Forschungsgegenstand der vorliegenden Arbeit ist die Untersuchung des Phänomens des technischen Wandels im Hinblick auf seinen Verlauf bzw. auf dessen Charakteristik. Hier galt es, die Frage zu klären, inwieweit dieser evolutorisch im Sinne des evolutorischen Paradigmas ist.

Der technische Wandel erfährt ein besonderes Interesse aufgrund seiner volkswirtschaftlichen Wachstumswirkung und der Bestimmung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen, Branchen und ganzer Industriezweige.

Zunächst wurden in der Arbeit begriffliche Grundlagen zum Phänomen des technischen Wandels geschaffen. So wurde im Zusammenhang mit dem *technischen Fortschritt* gezeigt, daß dieser eng mit dem Begriff der Qualität bzw. einer Qualitätsverbesserung verbunden ist und im Zusammenhang mit seinen Wirkungen betrachtet werden muß.

Bezüglich der Definition des *technischen Wandels* wurde festgelegt, daß er die Veränderungen der technischen Eigenschaften eines Gutes repräsentiert, dabei muß Veränderung nicht zwingenderweise Verbesserung implizieren. Damit ist der *technische Wandel* nicht mit dem *technischen Fortschritt* gleichzusetzen. Letzterer impliziert eine Höherentwicklung bzw. Direktionalität im positiven Sinn, während der Wandel lediglich für eine Veränderung per se steht.

Im weiteren Verlauf der Arbeit wurde die Behandlung des technischen Wandels in den bedeutendsten Strömungen der gegenwärtigen Wirtschaftstheorie im Hinblick auf eine evolutorische Betrachtungsweise analysiert.

Hier waren zum einen die Aussagen der traditionellen neoklassischen Wachstumstheorie zum technischen Wandel Untersuchungsgegenstand, zum anderen die der jüngeren Strömung der evolutorischen Ökonomik. Es konnte festgestellt werden, daß die Neoklassik den technischen Wandel nicht angemessen behandeln und erklären kann. Dieser wird als exogener Faktor ausgewiesen, Kausalitäten seiner Entstehung bleiben unberücksichtigt. Der technische Wandel bleibt aus Sicht der Neoklassik eine "black box".

Anders jedoch das Paradigma der evolutorischen Ökonomik, das zwar als Theorie noch uneinheitlich ist und über keine gemeinsame Sprachregelung verfügt, jedoch Neuerungen und Phänomene des Wandels explizit in seiner Theorie berücksichtigt und endogenisiert. Es wurde aber auch festgestellt, daß die Vertreter der evolutorischen Ökonomik sich bisher vorwiegend mit der Diffusion von Neuerungen, weniger jedoch mit dem Zustandekommen von Neuerungen und den Eigenschaften von Neuerungsprozessen an sich in ausreichendem Maße beschäftigt haben.

An diesem Defizit setzt die vorliegende Arbeit an und versucht, mit Hilfe der Erkenntnisse der Evolutionstheorie in Biologie, Kosmologie und Gesellschaft vor allem das Wesen von technologischen Neuerungen im Kontext der evolutorischen Ökonomik näher zu analysieren.

Hierfür wurden zunächst die Grundlagen der Evolution beschrieben mit dem Ziel der Findung eines Nachweisschemas für evolutorische Prozesse im allgemeinen sowie