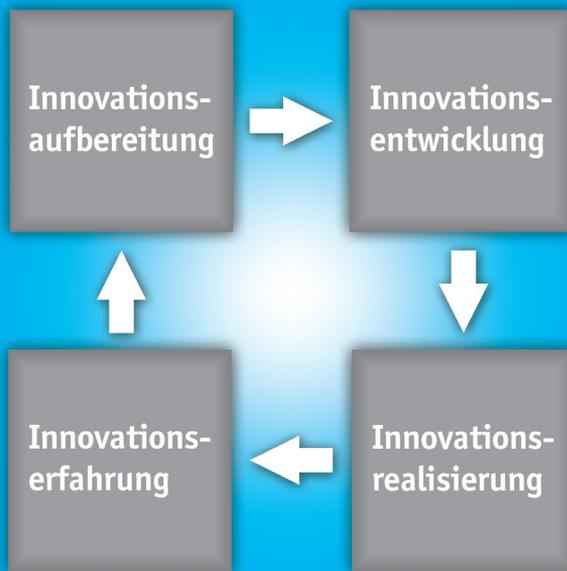


Günter Spur
Gerd Eßer

Innovationssystem Produktionstechnik



HANSER

Spur, Eßer
Innovationssystem Produktionstechnik

Günter Spur, Gerd Eßer

Innovationssystem Produktionstechnik

HANSER

Die Autoren:

Prof. Dr.-Ing. E.h. mult. Dr. h.c. mult. Dr.-Ing. Günter Spur,
Technische Universität Berlin,

Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb, Berlin

Dr.-Ing. Gerd Eßer,

inpro Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene
Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek:

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

ISBN: 978-3-446-42912-3

E-Book-ISBN: 978-3-446-43863-7

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Alle in diesem Buch enthaltenen Verfahren bzw. Daten wurden nach bestem Wissen erstellt und mit Sorgfalt getestet. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund sind die in diesem Buch enthaltenen Verfahren und Daten mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autor und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieser Verfahren oder Daten oder Teilen davon entsteht.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 URG genannten Sonderfälle – reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© Carl Hanser Verlag, München 2013

Herstellung: Steffen Jörg

Satz: Yetvart Ficiciyan, Berlin

Coverconcept: Marc Müller-Bremer, www.rebranding.de, München

Coverrealisierung: Stephan Rönigk

Druck und Bindung: Kösel, Krugzell

Printed in Germany

Vorwort

Die gegenwärtige Etappe unserer Industriegesellschaft wird von vielen Experten als Übergangsphase in eine neue, informationstechnisch geprägte Wirtschaftsstruktur beschrieben. Nach der Mechanisierung und Automatisierung folgt nunmehr die Instrumentalisierung von Information und Kommunikation. Dies bedeutet, dass der Mensch seine nach wie vor unverzichtbaren kognitiven Steuerungsfunktionen in einer komplexen Produktionswirtschaft mit Hilfe vernetzter Informationssysteme von höchster Mächtigkeit und kaum vorstellbarer Geschwindigkeit vollziehen wird.

Die Informationstechnik hat eine Reform unserer Technokultur eingeleitet, die über die Befriedigung der menschlichen Kommunikationsbedürfnisse weit hinausgeht. Mit ihrer Weiterentwicklung haben sich auch die Planungsmethoden der Produktionswirtschaft tiefgreifend verändert. Der Ausbau der Modellierungs- und Simulationstechnik hat dem Fabrikingenieur Werkzeuge der Planung und Gestaltung zur Verfügung gestellt, die eine grundlegende Veränderung technischer Entwicklungsmethoden ermöglichen. Die Modellierung komplexer Funktionen führt zur virtuellen Realität, führt zur Simulation des realen Verhaltens eines Gebrauchszustands. Damit wird sowohl die Entwicklungszeit neuer Produkte und Produktionssysteme verkürzt als auch das Risiko der Fehlerhaftigkeit erheblich gemindert.

Die neue Produktionswirtschaft muss als ein grundsätzlich verändertes System verstanden werden. Sie benötigt deshalb neue Formen des Managements. Dies ist zugleich eine Herausforderung zur Erneuerung der Produktionswissenschaften. Die Arbeitswelt der Zukunft bleibt ein integrierter Teil der Lebenswelt. Jedoch ist erkennbar, dass sich die Wechselbeziehungen von Arbeit und Leben verändern. Ein großer Teil der traditionellen Arbeit wird durch Automatisierung absorbiert. Ein anderer zunehmender Arbeitsbedarf ist von solchem Technologieanspruch, dass er vom Menschen nicht unmittelbar erbracht werden kann. Diese Arbeitsaufgaben werden der Robotik übertragen, allerdings programmiert und erdacht von der Innovationskreativität des Menschen.

Die innovative Dynamik der Produktionswirtschaft führt zu einem Paradigmenwechsel der Produktionstechnik. Die Neue Fabrik ist ein Produkt des globalen Wettbewerbs. Sie kombiniert Wertschöpfung mit Beschäftigung. Sie bewirkt eine bewusst eingeleitete Veränderung der produktionswirtschaftlichen Arbeitswelt. Ein solcher Wandel verändert auch die gesellschaftliche Position der Wissenschaften und fordert zu Fragen nach einem neuen Selbstverständnis heraus. Die neuen Produktionsinnovationen werden immer mehr das Produkt wissenschaftlich-technischer Kreativpotenziale, gestützt auf problemorientiertes Denken, systematisches Planen und ökonomisches Umsetzen. Die praktische Mächtigkeit des Neuen führt den Innovationsdruck zum Erfolg.

Eine entscheidende Aufgabe des Innovationsmanagements ist die Optimierung von Innovationsprozessen, um durch kooperatives Forschen, Entwickeln, Produzieren und Vermarkten die Umsetzungszeit für das Neue weiter zu verkürzen. Der ökonomische Imperativ technologischer Innovationen fordert größten Nutzen bei möglichst geringem Aufwand. Dies macht es notwendig, die besten Voraussetzungen für eine produktive Entfaltung des technologischen Innovationspotenzials zu schaffen. Die Ansätze hierfür liegen in einer vernetzten Aktivierung der Innovationsdynamik sowohl innerhalb des Unternehmens als auch im wissenschaftlichen Umfeld.

Zur Sicherung produktionstechnischer Wirtschaftssysteme sind gemeinsame Innovationsstrategien zur Entwicklung und Nutzung aller verfügbaren Innovationsressourcen anzustreben. Es geht

um die systematische Erschließung der verfügbaren Wissensträger zur Aufbereitung gezielter Innovationsprozesse. Produktionsinnovationen werden zukünftig noch stärker soziotechnisch orientiert sein als bisher. Sie haben einen wachsenden gesellschaftlichen Bezug, verbunden mit kritischen Fragestellungen nach Folgewirkungen auf den Arbeitsmarkt.

Die **inpro** Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH entwickelt als Joint Venture der Automobilkonzerne Daimler und Volkswagen, der Zulieferer Sabc, Siemens und ThyssenKrupp sowie des Landes Berlin seit 1983 innovative Technologien für die Automobilproduktion. Im Rahmen des vom BMBF geförderten Forschungsvorhabens „Management von Produktionsinnovationen“¹ wurde die Entwicklung von Methoden und Systemen zur Optimierung von Innovationsprozessen in der Produktionstechnik seit einigen Jahren verstärkt vorangetrieben.

Basis der Forschungsarbeiten war eine wissenschaftliche Analyse produktionstechnischer Innovationen mit dem Ziel, einen Beitrag für das Management von Produktionsinnovationen zu leisten. Am Beispiel der hinsichtlich ihrer technologischen und wirtschaftlichen Bedeutung als Leitindustrie einzuordnenden Automobilproduktion sollten methodische Ansätze zur Verbesserung der Innovationsfähigkeit entwickelt werden. Defizite sollten identifiziert, Handlungsbedarfe formuliert und Empfehlungen zur Weiterentwicklung des Innovationsmanagements erarbeitet werden. Dieses Buch beschreibt ein generisches Systemmodell für Produktionsinnovationen, das als Basis zur zielgerichteten und effizienten Weiterentwicklung einer informationstechnisch vernetzten Produktionswirtschaft dienen kann.

Die Autoren danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), namentlich Ministerialrat Hans-Peter Hiepe, für die finanzielle Unterstützung sowie Dr. Hartmut Paetsch vom Projektträger Jülich (PTJ) für die Betreuung des Projekts.

Dem Deutschen Institut für Normung gilt ein besonderer Dank für die reibungslose Zusammenarbeit. Auszüge aus Normen sind wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutschen Instituts für Normung e. V.²

Ebenfalls danken die Autoren den Experten der **inpro**-Gesellschafterkonzerne für ihre kollegiale und kooperative Mitarbeit unter anderem im Rahmen der durchgeführten Interviews und Befragungen, begleitenden Veranstaltungen und daraus resultierenden anregenden und das Forschungsvorhaben bereichernden Diskussionsbeiträgen.

Den im Anhang genannten Mitgliedern des Beirats der **inpro**-Innovationsakademie, deren Hinweise für die Forschungsarbeiten sehr wertvoll waren, sei an dieser Stelle für ihre aufgeschlossene Zusammenarbeit ebenso gedankt wie den Vortragenden, Mitwirkenden und Teilnehmern der verschiedenen Expertenrunden, Expertengespräche, Symposien und Workshops, die im Rahmen des BMBF-Forschungsvorhabens durchgeführt wurden.

Unser Dank gilt besonders Dr. Henning Gleich und allen im Anhang genannten Projektleitern und Mitarbeitern der **inpro**, die an dem BMBF-Forschungsvorhaben aktiv mitgewirkt haben. Gordon Brykczynski und Nora Dörr haben die inhaltliche sowie redaktionelle Bearbeitung des Manuskripts hervorragend koordiniert. Erneut zeigte auch Yetvart Ficiyan ein herausragendes persönliches Engagement bei der redaktionellen und drucktechnischen Aufbereitung des Manuskripts, wofür ihm an dieser Stelle ebenfalls unser herzlicher Dank ausgesprochen sei.

Berlin, im Februar 2013

Günter Spur

Gerd Eßer

¹ Förderkennzeichen: 03IN1M2, Projektlaufzeit: 01.01.2010 – 30.06.2012.

² Maßgebend für das Anwenden der DIN-Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Systemstruktur

Als ein zentrales Ergebnis des BMBF-Forschungsprojekts „Management von Produktionsinnovationen“¹ wurden zur verbesserten Orientierung für das Innovationsmanagement anwendungsorientierte Arbeitsblätter erstellt, die in diesem Buch erstmals in zusammengefasster Form veröffentlicht werden. Die vorliegende Blattsammlung dient in ihrem systematischen Aufbau als Planungshilfe für Innovationsprozesse der Produktionstechnik.

Die Gliederung der Blattsammlung basiert auf einer generischen Prozessstrukturierung für Innovationssysteme der Produktionstechnik. Diese systemorientierte Vorgehensweise wurde auf Basis von Erfahrungen mit produktionstechnischen Innovationsprojekten entwickelt. Sie wird nach Bild A in die vier Hauptgruppen Innovationsaufbereitung, Innovationsentwicklung, Innovationsrealisierung und Innovationserfahrung unterteilt, die als Teilsysteme des gesamten Innovationssystems zu verstehen sind. Diese Hauptgruppen bilden gleichzeitig den Prozessablauf eines Innovationsprojekts ab. Jede Hauptgruppe ist in zwei Obergruppen mit jeweils drei Untergruppen gegliedert.

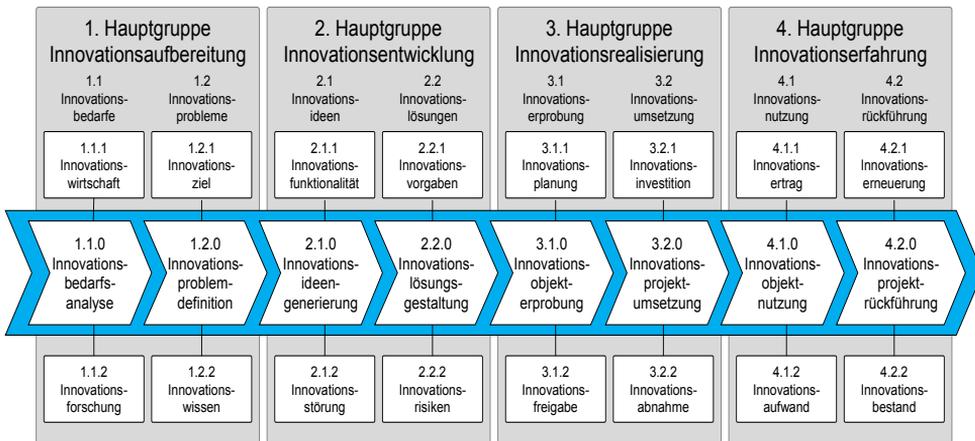


Bild A: Generische Struktur von Innovationssystemen

Die Zielplanung von Innovationen schließt die organisatorisch begründeten Entscheidungen zur Einleitung und Steuerung von Innovationsprozessen ein. Angesichts der hohen Komplexität produktionstechnischer Innovationssysteme ist eine methodische Vorgehensweise geboten.

Der Beschreibung der in Bild A dargestellten generischen Struktur von Innovationssystemen wird eine einleitende Hauptgruppe 0 vorangestellt. Sie liefert eine thematische Einleitung in das Feld der Innovationssysteme und führt in die Innovationsgestaltung sowie Kerngebiete des Innovationsmanagements ein.

Die Obergruppe Innovationsgestaltung der Hauptgruppe 0 wird in technologische Innovationsforschung, -planung und -modellierung gegliedert. Innovationsorientiertes Komplexitäts-, Kreativ- und Risikomanagement werden hier in der Obergruppe Innovationsmanagement zusammengeführt.

¹ Förderkennzeichen: 03IN1M2, Projektlaufzeit: 01.01.2010 – 30.06.2012.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Systemstruktur	VII
0 Innovationssysteme	1
0.1 Innovationsgestaltung	2
0.1.0 Technologische Innovationsforschung	3
0.1.1 Technologische Innovationsplanung	10
0.1.2 Technologische Innovationsmodellierung	16
0.2 Innovationsmanagement	23
0.2.0 Innovationsorientiertes Komplexitätsmanagement	24
0.2.1 Innovationsorientiertes Kreativmanagement	31
0.2.2 Innovationsorientiertes Risikomanagement	38
1 Innovationsaufbereitung	45
1.1 Innovationsbedarfe	46
1.1.0 Analyse des Innovationsbedarfs	47
1.1.1 Wirtschaftsbezogener Innovationsdruck	54
1.1.2 Forschungsbezogener Innovationsdruck	61
1.2 Innovationsprobleme	68
1.2.0 Problemanalyse der Innovationsaufbereitung	69
1.2.1 Zielorientierung der Innovationsplanung	76
1.2.2 Wissensmanagement zur Problemdefinition	82
2 Innovationsentwicklung	89
2.1 Innovationsideen	90
2.1.0 Generierung innovativer Ideen	91
2.1.1 Funktionsmodelle innovativer Ideen	98
2.1.2 Störungsmodelle innovativer Ideen	104
2.2 Innovationslösungen	110
2.2.0 Lösungsgestaltung in Innovationsprojekten	111
2.2.1 Lösungsorientierte Innovationsvorgaben	117
2.2.2 Lösungsorientierte Innovationsrisiken	124
3 Innovationsrealisierung	131
3.1 Innovationserprobung	132
3.1.0 Prototypische Innovationserprobung	133

3.1.1	Planung der Innovationsrealisierung	139
3.1.2	Freigabe zur Innovationsumsetzung	145
3.2	Innovationsumsetzung	151
3.2.0	Umsetzung von Innovationsprojekten	152
3.2.1	Innovationsrelevante Investitionen	158
3.2.2	Abnahme von Innovationsprojekten	164
4	Innovationserfahrung	171
4.1	Innovationsnutzung	172
4.1.0	Nutzung von Innovationsobjekten	173
4.1.1	Innovationsertrag	179
4.1.2	Innovationsaufwand	185
4.2	Innovationsrückführung	191
4.2.0	Rückführung von Innovationsergebnissen	192
4.2.1	Innovationserneuerung	198
4.2.2	Innovationsbestand	204
	Literaturverzeichnis	211
	Blattverzeichnis	227
	Anhang	233

0

Innovationssysteme

0.1	Innovationsgestaltung	2
0.1.0	Technologische Innovationsforschung	3
0.1.1	Technologische Innovationsplanung	10
0.1.2	Technologische Innovationsmodellierung	16
0.2	Innovationsmanagement	23
0.2.0	Innovationsorientiertes Komplexitätsmanagement	24
0.2.1	Innovationsorientiertes Kreativmanagement	31
0.2.2	Innovationsorientiertes Risikomanagement	38

0.1 Innovationsgestaltung

0.1.0	Technologische Innovationsforschung	3
-01	Wissenschaftliches Innovationsverständnis	4
-02	Strukturierung der Innovationsforschung	5
-03	Systemorientierte Innovationsentwicklung	6
-04	Bedarfsorientierte Forschungsziele	7
-05	Unterscheidungsmerkmale von Innovationstypen	8
-06	Wirkfelder technologischer Innovationssysteme	9
0.1.1	Technologische Innovationsplanung	10
-01	Planungsansätze für Innovationssysteme	11
-02	Sichtweisen systemischer Innovationsplanung	12
-03	Planungskomplexität technischer Innovationssysteme	13
-04	Kombinationen technologischer Innovationen	14
-05	Umsysteme von Fabrikbetriebsinnovationen	15
0.1.2	Technologische Innovationsmodellierung	16
-01	Phasenmodelle von Innovationsprozessen	17
-02	Innovationsorientierte Fabrikbetriebsfunktionen	18
-03	Nutzungsmodell produktionstechnischer Innovationen	19
-04	Modellierung funktionaler Zuverlässigkeit	20
-05	Unterscheidung von Innovationsmodellen	21
-06	Deutung systemischer Innovationsbegriffe	22

0.1.0 Technologische Innovationsforschung

-01	Wissenschaftliches Innovationsverständnis	4
-02	Strukturierung der Innovationsforschung	5
-03	Systemorientierte Innovationsentwicklung	6
-04	Bedarfsorientierte Forschungsziele	7
-05	Unterscheidungsmerkmale von Innovationstypen	8
-06	Wirkfelder technologischer Innovationssysteme	9

Wissenschaftliches Innovationsverständnis

Die Grundlagen der ökonomischen Innovationsforschung legte Schumpeter mit seinen bekannten Werken, in denen er unter Innovation sehr allgemein die „Durchsetzung neuer Kombinationen“ sowie auch jedes „Andersmachen“ im Gesamtbereich des Wirtschaftslebens zusammenfasst.^{1,2} Noch immer greifen die in der Tradition der Innovationsforschung stehenden wissenschaftlichen Arbeiten auf die Thesen Schumpeters zurück.

Veränderungen durch kreative Erneuerung werden in allen Bereichen menschlichen, insbesondere wirtschaftlichen Wirkens angestrebt und durchgeführt. Schumpeter unterscheidet in seiner auf Unternehmen bezogenen Abgrenzung von Neuerungen fünf Fälle:² Herstellung eines neuen Produkts oder einer neuen Produktqualität, Einführung einer neuen Produktionsmethode, Erschließung eines neuen Absatzmarktes, Eroberung neuer Bezugsquellen und Durchführung einer Neuorganisation. Er trennt zwischen kreativer Erfindertätigkeit und unternehmerischem Handeln. In Anlehnung an diese eher grobe Unterteilung gliedern spätere Autoren den Innovationsprozess in die Phasen der Invention, der Innovation sowie der Adaption und Diffusion. Darin inbegriffen sind Aktivitäten der Problem- und Bedarfserkenntnis, der Ideengewinnung, der Forschung und Entwicklung, der Konstruktion, der Produktion, des Vertriebs, des Marketings, der Organisation und der Finanzierung. Zunehmend gewinnen Aufgaben und Probleme der Entsorgung sowie des Recyclings in geschlossenen Stoffkreisläufen eine stärkere Bedeutung^{1, 2, 3}.

Die neuere Innovationsforschung der Produktionstechnik vollzieht sich vor dem Hintergrund eines zunehmenden Bewusstseins systemkritischer Zusammenhänge zwischen technischer, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Veränderung.

Eine große Bandbreite an Forschungsansätzen und Konzepten bildet die Grundlage historisch-empirischer Untersuchungen zur Entwicklung und Verbreitung von Innovationen. Sie spiegeln unterschiedliche wissenschaftliche Traditionen, Fachdisziplinen und Interessenlagen wider. Sie reichen von der wirtschaftswissenschaftlichen Innovationsforschung über die Technik- und Wirtschaftsgeschichte, die Industrie- und Techniksoziologie, die Ingenieurwissenschaften bis zur Ethnologie und bilden die Grundlage für eine neue Technikgeneseforschung.

Die Innovationsforschung, die in ihrem Ursprung den Wirtschaftswissenschaften zugeordnet wird, entwickelt sich zu einer integrativen, multidisziplinären Wissenschaft. Starke Einflüsse gehen von den Theorien und empirischen Analysen der technologischen Grundlagenforschung, der technisch-ökonomischen Innovationsforschung sowie der sozialwissenschaftlichen Technikgeneseforschung aus (Bild 010-01).⁴



Bild 010-01: Bandbreite innovationswissenschaftlicher Forschung

Die theoretischen und empirischen Forschungsprojekte zielen überwiegend auf Deutung des technologischen Wandels durch Innovationen. Das wissenschaftliche Interesse ist darauf ausgerichtet, die technische und sozio-ökonomische Entwicklung aus einem systemischen Blickwinkel darzustellen, um Hypothesen über die Zusammenhänge zwischen Innovationen und wirtschaftlicher Entwicklung zur gezielten Planung technologischer Innovationssysteme abzuleiten.

¹ Schumpeter, L. A.: Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. 1. Aufl., Leipzig, 1911.

² Schumpeter, L. A.: Konjunkturzyklen. Deutsche Übersetzung des Originaltitels: Business Cycles, New York 1939. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1961.

³ Hauschildt, J.; Salomo, S.: Innovationsmanagement. Vahlen Verlag, München 2004.

⁴ Spur, G.: Technologie und Management. Carl Hanser Verlag, München, Wien 1998, S. 163 ff.