

Diskussionsbeiträge des Instituts für Wirtschaftswissenschaften
der Universität Klagenfurt

No. 2004/01

**Heterarchische Hierarchie:
Ein Organisationsprinzip
flexibler Produktionssysteme**

Thorsten Blecker / Bernd Kaluza

erscheint in:

*Wildemann, H. (Hrsg.): Personal und Organisation,
TCW-Verlag, München 2004, o.S.*

*Die diesem Beitrag zugrundeliegenden Arbeiten wurden vom Jubiläumsfonds der
Österreichischen Nationalbank (Projekt Nr. 9886) unterstützt*

Universität Klagenfurt
Institut für Wirtschaftswissenschaften
Abteilung Produktions-, Logistik- und Umweltmanagement
Universitätsstr. 65 - 67
A - 9020 Klagenfurt
Telefon: (+43) 04 63 / 27 00 - 4077
Telefax: (+43) 04 63 / 27 00 - 4097

März 2004

**DISCUSSION PAPER OF THE COLLEGE OF BUSINESS ADMINISTRATION
UNIVERSITY OF KLAGENFURT, AUSTRIA**

ISBN 3-85496-025-5

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einführung	1
2 Grundlagen flexibler Produktionssysteme	2
3 Heterarchische Hierarchie in Produktionssystemen	4
3.1 Organisation in flexiblen Produktionssystemen	4
3.2 Organisationsprinzip der heterarchischen Hierarchie	8
3.3 Organisation von Produktionssystemen nach dem Prinzip der heterarchischen Hierarchie	10
4 Zusammenfassung und Ausblick	13
Literaturverzeichnis	14

1 Einführung

Unternehmen stehen seit Jahren einer zunehmend komplexeren und sich immer schneller wandelnden Umwelt gegenüber (z.B. Kaluza/Blecker 2000). So ist Wettbewerbsumfeld heute durch eine individualisierte Nachfrage, eine zunehmende globale Konkurrenz, eine wachsende Diffusion moderner Informations- und Kommunikationstechnologien sowie der daraus resultierenden stark steigenden Bedeutung des Wissens und dessen Verbreitung gekennzeichnet. Der Erfolg eines Unternehmens hängt daher immer mehr davon ab, ob und wie es ihm gelingt, diese Veränderungen frühzeitig zu erkennen und in seinem Wettbewerbsverhalten rechtzeitig zu berücksichtigen. Dabei wird die Flexibilität häufig als eine bedeutende Eigenschaft von Unternehmen zur Bewältigung komplexer Umweltsituationen betrachtet (Meffert 1985, S. 121 ff., und Kaluza 1993, Sp. 1173), die die Wahrscheinlichkeit des Überlebens steigert und den langfristigen Unternehmenserfolg sichert. Flexibilität wird daher schon seit Jahrzehnten als ein bedeutender Strategischer Erfolgsfaktor anzusehen (z.B. Meffert 1969, S. 779, Meffert 1985, S. 121 ff., Kaluza 1989).

Im betriebswirtschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Schrifttum werden zwar schon seit längerer Zeit verschiedene Aspekte der Flexibilität diskutiert (Jacob 1967, Meffert 1968, Jacob 1974). In den letzten Jahren nehmen die Forschungsarbeiten und die Veröffentlichungen zur Flexibilität enorm zu (z.B. Pibernik 2001, Burmann 2002, Burmann/Meffert 2003, S. 131 ff., Nagel 2003, und Zhang/Vonderembse/Lim 2003, S. 173 ff., und Dreyer/Grønhauf o.J.) Wie bereits Bühner (1990, S. 13 ff.) am Beispiel der Arbeits-Organisation beim Just-in-Time-Konzept gezeigt hat, verändern zudem neue Organisationskonzepte und technische Entwicklungen, z.B. in den Bereichen Automatisierungstechnik sowie Informations- und Kommunikationstechnologien, zugleich die Rahmenbedingungen und den Stellenwert der Flexibilität (Mehrabi et al. 2002, S. 141 ff).

So werden auch in der 1998 vom Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung veröffentlichten Delphi-Untersuchung mehrere Entwicklungen und Trends deutlich: bis ca. 2006 sollen simultan heterogene Organisationsformen in den Unternehmen umgesetzt werden und eine hohe Flexibilität gewährleisten, eine auftragsbezogene Produktion zu den Kosten der Massenproduktion möglich sein, Kommunikationsstrategien hierarchische Arbeitsanweisungen substituieren und dezentrale Entscheidungsstrukturen bis in die operative Betriebsebene realisiert sein (FHG-ISI 1998, S. 94 - 100).

Diese Entwicklungen haben uns veranlaßt, mit der heterarchischen Hierarchie ein für das Produktionsmanagement zunächst etwas ‚ungewohnt‘ anmutendes Organisationsprinzip als Gestaltungselement flexibler Produktionssysteme vorzustellen und kritisch zu untersuchen.

2 Grundlagen flexibler Produktionssysteme

Der Terminus Produktionssystem wird im betriebswirtschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Schrifttum sehr heterogen definiert.

Nach DIN-Norm 19226 werden Systeme definiert als

„...eine abgegrenzte Anordnung von aufeinander einwirkenden Gebilden. Solche Gebilde können sowohl Gegenstände als auch Denkmethode und deren Ergebnisse (z.B. Organisationsformen, mathematische Methoden, Programmiersprachen) sein. Diese Anordnung wird durch eine Hüllfläche von ihrer Umgebung abgegrenzt oder abgegrenzt gedacht. Durch die Hüllfläche werden Verbindungen des Systems mit seiner Umgebung geschnitten. Die mit diesen Verbindungen übertragenen Eigenschaften und Zustände sind die Größen, deren Beziehungen das dem System eigentümliche Verhalten beschreiben“ (DIN 1968, S. 3).

Ein System wird somit konstituiert durch seine Elemente, ihre Attribute sowie den Relationen und Interaktionen zwischen den Elementen (Schiemenz 1996, Sp. 895). Die Elemente werden als die kleinsten, für die jeweilige Untersuchung nicht weiter zu zerlegenden Bestandteile des Systems aufgefaßt. Isoliert betrachtet, können Elemente hingegen weiter zerlegbar sein und ein eigenes System darstellen. Sie sind dann Subsysteme eines übergeordneten Supersystems (Ulrich 1968, S. 107, Daenzer/Huber 1997, S. 4 ff.). Die Relationen und Interaktionen der Elemente sind materieller, energetischer, informatorischer oder sachlogischer Natur, z.B. als Materialfluß-, Informationsfluß-, Energiefluß-, und Lagebeziehungen sowie Wirkzusammenhänge (Daenzer/Huber 1997, S. 5). Erst durch die Existenz der Relationen und Interaktionen wird eine Menge von Elementen zu einem System oder negativ formuliert: ein Element ohne Beziehungen zu einem anderen Element ist kein Systemelement (Krallmann 1994, S. 7).

Das Produktionssystem ist demnach ein Subsystem des Supersystems Unternehmen, das durch Art und Anzahl der Systemelemente sowie deren Beziehungen hinreichend charakterisiert ist (Corsten 2004, S. 2). Zahn/Schmidt (1996,

S. 112) unterscheiden Produktionssysteme i.e.S., die das Zusammenwirken von Mensch, Maschine und Werkzeug in bezug auf ein konkretes Produktionsobjekt beschreiben, und Produktionssysteme i.w.S., die alle Produktionsprozesse eines Unternehmens in ihrer Gesamtheit abbilden. In den Ingenieurwissenschaften werden Produktionssysteme häufig als Kombination komplementärer Bearbeitungskomponenten mit weitgehend selbständig ablaufenden Prozessen definiert. Dies führt dazu, daß in Abhängigkeit von der gewählten Systemgrenze nicht nur die gesamte betriebliche Produktion, sondern bereits einzelne Produktionseinrichtungen, z.B. Werkzeugmaschinen oder Fertigungsinseln, als Produktionssystem betrachtet werden. Es wird deshalb hier die zweckmäßige Definition der Produktionssysteme i.e.S. von Zahn/Schmidt übernommen.

Da sich unsere Untersuchung auf flexible Produktionssysteme fokussiert, ist auch der Begriff der Flexibilität zu klären. Ursprünglich bedeutet das Wort „flexibel“, abgeleitet vom lateinischen *flexibilis*, u.a. biegsam, anpassungsfähig und geschmeidig (z.B. Kaluza 1993, Sp. 1173). Vor einer kritiklosen Übernahme dieser Bedeutung in die betriebswirtschaftliche Terminologie warnt allerdings Burmann (2002, S. 46 f.). Diese Wortbedeutung orientiere sich an einer Eigenschaft physischer Objekte, die nach Formveränderungen häufig ihren ursprünglichen Zustand wieder annehmen können, und postuliere daher ein statisches Gleichgewicht. Damit treffe die Wortbedeutung zwar auf einzelne Aggregate, z.B. in der Produktion, aber nicht auf Unternehmen oder ganze Produktionssysteme als soziale Systeme zu. Diese seien besser als dynamische Gleichgewichte zu beschreiben und Flexibilität damit als eine langfristige Anpassung im Sinne einer Evolution zu verstehen.

Der Begriff der Flexibilität wurde von Jacob (1967, S. 1 ff.) im deutschsprachigen betriebswirtschaftlichen Schrifttum etabliert und kurze Zeit später u.a. von Meffert (1968, 1969, S. 789 ff.) aufgegriffen. Dabei erfolgte zunächst primär eine Betrachtung der Anpassung an schwankende Absatzsituationen. Allerdings wurden auch verschiedene Teilbereiche der Flexibilität erarbeitet und die Notwendigkeit einer (allgemeinen) Flexibilitätstheorie aufgezeigt. Zudem wurden Mitte der siebziger Jahre wesentliche theoretische Grundlagen für die betriebswirtschaftliche Untersuchung der Flexibilität von Jacob (1974) erstellt.

Sowohl diese grundlegenden Arbeiten als auch die aktuelle Diskussion des Flexibilitätsphänomens zeichnen sich jedoch durch eine uneinheitliche Terminologie sowie durch einen fehlenden allgemeingültigen und anerkannten Flexibilitätsbegriff aus (Reichwald/Behrbohm 1983, S. 831; Kaluza 1984, S. 291, Suarez/

Cusumano/Fine 1991, S. 1 ff.). Sethi/Sethi (1990, S. 289.) stellen fest: „The literature makes one thing abundantly clear: flexibility is a complex, multidimensional and hard-to-capture concept. At least 50 different terms for various types of flexibilities can be found in the manufacturing literature. Usually there are several terms referring to the same flexibility type.“ Im deutschsprachigen Schrifttum wird Flexibilität deshalb nicht nur als bedeutender strategischer Erfolgsfaktor betrachtet (Kaluza 1989, S. 29 ff., 1996a, S. 257 ff.), sondern auch als „Modewort mit vielschillerndem Inhalt“ (Meffert 1985, S. 121) beurteilt. Die verschiedenen Definitionsversuche im betriebswirtschaftlichen Schrifttum stimmen allenfalls insoweit überein, als sie unter Flexibilität eine Anpassungs- und Änderungsfähigkeit in bezug auf unterschiedliche Bedingungen, häufig die sich wandelnden Umweltbedingungen, verstehen (Kaluza 1993, Sp. 1173). Zum Teil wird im Schrifttum sogar der Begriff Flexibilität vermieden und unmittelbar von der Anpassungsfähigkeit der Unternehmen gesprochen (z.B. Mahlmann 1972).

In dieser Arbeit wird Flexibilität wie folgt definiert (Kaluza/Blecker 2005, S. 9):

„Flexibilität ist die Eigenschaft eines Systems proaktive oder reaktive sowie zielgerichtete Änderungen der Systemkonfiguration zu ermöglichen, um die Anforderungen von sich verändernden Umweltbedingungen zu erfüllen.“

Produktionssysteme sind durch die Art und Anzahl der Systemelemente sowie deren Beziehungen hinreichend charakterisiert (Corsten 2004, S. 2.) Daraus ist zu schließen, daß Produktionssysteme nur dann flexibel sind, wenn die Systemelemente und/oder die Organisation der Beziehungen zwischen den Systemelementen die erforderlichen Veränderungen ermöglichen (Mehrabi/Ulsoy/Koren (2000), S. 404 ff.). Wir betrachten hier aber nicht die flexibilitätsichernden Eigenschaften der Elemente eines Produktionssystems, sondern konzentrieren uns auf die Untersuchung der Organisation als Gestaltungselement flexibler Produktionssysteme.

3 Heterarchische Hierarchie in Produktionssystemen

3.1 Organisation flexibler Produktionssystemen

In vielen Produktionssystemen sind auch heute noch produktivitätszentrierte Leitbilder der tayloristischen Organisation festzustellen. Diese hierarchischen, häufig zentralistischen Strukturen weisen nur eine geringe Flexibilität auf und sind deshalb für dynamische und komplexe Umweltbedingungen nicht geeignet (ähnlich

auch Bühner 1993a, S. 397 ff., 1995, S. 434 f). Bereits Bühner (1989, S. 223 ff.) weist darauf hin, daß aufgrund der verschärften Wettbewerbsbedingungen häufig angestrebt wird, zentralisierte Organisationsformen zu substituieren und postbürokratische Organisationsformen umzusetzen. Diese Aussage gilt u.E. auch für Produktionssysteme. In traditionellen Organisationsformen von Produktionssystemen wird der Zielkonflikt zwischen Produktivität und Flexibilität tendenziell zu Lasten der Flexibilität gelöst (Frese 1990, S. 85). Sowohl in der unternehmerischen Praxis als auch in der betriebswirtschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Forschung werden deshalb bereits seit einigen Jahren Ansätze vorgestellt, die zwar weiterhin die Ziele niedrige Kosten und kurze Durchlaufzeiten anstreben. Hauptziele sind aber die Steigerung der Flexibilität und die Erhöhung der Innovationsfähigkeit (Picot/Reichwald/Wigand 2001, S. 9 ff.). Übereinstimmendes Merkmal dieser Ansätze ist zudem, daß ein wesentliches Instrument zum Erreichen dieser Ziele die Dezentralisation ist. Es wird angestrebt, das bislang brachliegende spezifische Wissen der Mitarbeiter und ihr dispositives Potential zur Bewältigung der Komplexität und Dynamik des Umfeldes zu nutzen. Daher spricht auch Drumm (1996, S. 7), obwohl er dezentrale Ansätze durchaus kritisch betrachtet, von einem „Paradigma der Neuen Dezentralisation“.

Unter Dezentralisation wird meist die „Trennung gleichartiger Aufgaben und Zuordnung auf mehrere Stellen [...] in der Organisation“ (Stahle 1991, S. 654) bzw. die Verteilung von (bislang) zentral organisierten Aufgaben oder Befugnissen an niedrigere Hierarchieebenen verstanden (vgl. auch Bühner 1989, S. 123 f., Bühner 1993a, S. 396). Kieser/Kubicek (1977, S. 129 ff.) behandelten das Thema Dezentralisation sogar generell nur unter dem Stichwort Entscheidungsdelegation. Die verschiedenen Arbeiten stimmen zudem darin überein, daß mit der durch die Dezentralisation forcierten Reintegration dispositiver Aufgaben und der dadurch geförderten Selbstorganisation und Selbststeuerung der einzelnen Entscheidungsträger die Prozesse in den Unternehmen kostengünstiger, schneller und flexibler durchzuführen sind (Bühner/Tuschke 1999, S. 459, sowie am Beispiel der Gruppenarbeit in der Produktion auch Bühner/Pharao 1992, S. 55 ff.). Ursache hierfür ist, daß klassische, aufbauorganisatorische Konzepte, die sich an Hierarchien und Weisungen orientieren, bei einem dynamischen und turbulenten Umfeld versagen. Dies liegt daran, daß die zwei wichtigsten Voraussetzungen formaler Strukturen, die zeitliche Konstanz von Tätigkeiten und Tätigkeitszuordnungen sowie ein hoher Bekanntheitsgrad der Aufgaben, heute häufig nicht mehr erfüllt werden (Reihlen 1996, S. 4 ff.). Die Dezentralisierung fördert hingegen die

Motivation und Eigenverantwortung der Mitarbeiter und verbessert gleichzeitig die Flexibilität und Kundennähe der Unternehmen (Frese/Beecken 1995, S. 136).

In einem engen inhaltlichen Zusammenhang zur Dezentralisierung werden daher Organisationskonzepte diskutiert, die die traditionellen hierarchischen Strukturen der Unternehmen durch das Bilden eigenverantwortlicher Module oder Segmente aufbrechen sollen (z.B. Klimecki/Probst/Gmür 1993, S. 51 f.). Es besteht zwar keine sachlogische Kausalität zwischen der Dezentralisation und flachen Hierarchien (Frese/Beecken 1995, S. 144), allerdings bietet sich häufig eine Verbindung der Enthierarchisierung von Unternehmen mit dezentralen Strukturen an (Sydow 1992, S. 307 ff.), um Entscheidungs- und Handlungskompetenzen an Mitarbeiter auf niedrigeren Ebenen effektiv und effizient delegieren zu können. Aus denselben Gründen wird der umfangreiche Aufbau modularer oder segmentierter Organisationsstrukturen z.B. auch von Wildemann (1998, S. 12 ff.) für agile Unternehmen vorgeschlagen und von Pasternack/Viscio (1998, S. 10 ff.) im Modell der Centreless Corporation als ein sehr wichtiger Baustein konzeptualisiert.

Für die Produktion werden ebenfalls modulare und segmentierte Konzepte intensiv diskutiert (z.B. Bullinger 1993, S. 13 ff., Corsten 1996, S. 3 ff., Kaluza 1996b, S. 206 ff.). Ein in der Praxis weitverbreitetes Konzept wurde von Wildemann (1987, S. 36 ff.) bereits vor über 15 Jahren mit der Fertigungssegmentierung vorgeschlagen. Fertigungssegmente sind dezentrale, produktorientierte Organisationseinheiten in der Produktion, die mehrere logistische Stufen umfassen und indirekte Funktionen sowie meist eine Kostenverantwortung übernehmen (u.a. Wildemann 1987, S. 36 ff., 1989a, S. 32 ff., 1989b, S. 32 ff.). Mit dem Einsatz der Fertigungssegmente gelingt es den Unternehmen, Durchlaufzeiten, Lieferzeiten und Bestände zu reduzieren, ihre Flexibilität zu erhöhen und die Transaktionskosten zu senken (Wildemann 1993, S. 30 ff., 1995, S. 788 ff.). Im Unterschied zu anderen Ansätzen der Objektorientierung sind Fertigungssegmente aufgrund ihrer durchgängigen Ausrichtung der Wertschöpfungskette marktwirksam (Wildemann 1989b, S. 32 f.). Ein weiterer Vorteil der Fertigungssegmente ist, daß wegen der Möglichkeit zur prozeßorientierten Gestaltung Fehler und Verschwendung in der Fertigung reduziert werden können.

Im Schrifttum sind in den letzten Jahren zudem weitere Ansätze vorgestellt worden, die mit Hilfe der Bildung kleiner autonomer Einheiten, der Dezentralisation von Entscheidungskompetenzen sowie der Selbstorganisation und -optimierung der dezentralen Einheiten die Flexibilität und Dynamik der industriellen Organisation verbessern wollen (vgl. bereits Frese 1990, S. 91 ff.). Beispiele hierfür sind

die Modulare Fabrik, die Fraktale Produktion, das Bionic Manufacturing, das Agile Manufacturing, die Vitale Fabrik, das Holonic Manufacturing und das Web-based Manufacturing (Engel 1990, S. 79 ff., Goldman/Nagel 1993, Okino 1993, S. 73 ff., Reinhart 1995, S. 527 ff., Warnecke 1995, Tharumarajah/Wells/Nemes 1996, S. 217 ff., Blecker 2004). Grundsätzliche Vorteile der angestrebten Modularisierung sind eine deutliche Reduktion der Komplexität der Produktion und die Steigerung der Flexibilität (Picot/Reichwald/Wigand 2001, S. 227 ff., Baldwin/Clark 2000, S. 63 ff.).

Als weiterer Ansatz wird die Open Automation Architecture vorgestellt, wo mit Hilfe einer offenen Architektur für die Automatisierung von Produktionsprozessen ein Bezugsrahmen für die Bildung und den Einsatz eines flexiblen Fertigungssystems geschaffen wurde (Kaula 1998, S. 77 ff.). Der Grundgedanke dieses Ansatzes entspricht den offenen Systemen der Informations- und Kommunikationstechnologien (Kaula/Ngwenyama 1990, S. 489 ff.). Mit der Open Automation Architecture wird die Einrichtung autonomer Einheiten in der Produktion, sogenannter logical manufacturing shops, gefordert, die miteinander kommunizieren und zur Bearbeitung eines Auftrages auf freiwilliger Basis kooperieren müssen. Ausgangspunkt ist beim Entwurf dieser autonomen Einheiten ist zudem nicht wie sonst häufig üblich die Anordnung von Maschinen in der Fertigung, sondern die Daten- und Prozeßintegration innerhalb der autonomen Einheit, die auf eine konstante Gruppierung der Maschinen zugreifen können soll. Die Prinzipien der Dezentralisierung und Modularisierung sollen dabei insgesamt eine hohe Flexibilität des Produktionssystems gewährleisten.

Diese Ziele werden in der betriebswirtschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Forschung auch mit dem Konzept des Holonic Manufacturing angestrebt (Tharumaraja/Wells/Nemes 1996, S. 227 ff., Váncza/Márkus 1998, S. 384). Dabei handelt es sich um ein Konzept, das aus dem Intelligent Manufacturing Systems-Program und dem darauf aufbauenden Holonic Manufacturing Systems-Program stammt (u.a. Krallmann/Albayrak 2001, S. 154 f.). Die einzelnen Module werden als Holone bezeichnet. Der Begriff Holon geht auf Koestler (1968) zurück und besteht aus dem griechischen Wort „holos“ (Ganzes) und der Endsilbe „on“, die Partikel bzw. Teilchen anzeigt, z.B. Proton, Neutron etc. (z.B. Günthling 1916, S. 147.) Dies soll verdeutlichen, daß Holone zugleich Ganzes und Teil (eines Systems) sind (u.a. Tharumarajah/Wells/Nemes 1996, S. 227 ff., Krallmann/Albayrak 2001, S. 156, Tharumarajah 2003, S. 18 ff.) Holone können selbst wieder aus Holonen modular aufgebaut sein. Die entstehende über-/untergeordnete Struktur von Holonen wird als Holarchie bezeichnet. Im Unterschied zu hierarchi-

schen Strukturen sind hier jedoch die untergeordneten Ebenen (Holone) selbst Element der übergeordneten Ebenen (Holone). Ziel dieses Ansatzes ist es, mit Hilfe autonomer, kooperativer Holone, die auf ein gemeinsames Ziel ausgerichtet sind (Bellmann 1996, S. 56, Váncza/Márkus 1998, S. 384.), eine hohe Flexibilität der Produktion zu erzielen. Allerdings befindet sich das Hologonic Manufacturing noch im Forschungsstadium und ist bislang weder ausreichend organisationstheoretisch untermauert noch in der unternehmerischen Praxis ansatzweise umgesetzt worden (Krallmann/Albayrak 2001, S. 154).

3.2 Organisationsprinzip der heterarchischen Hierarchie

Aus der Sicht der Organisationstheorie sind die Konzepte der Dezentralisierung und der Modularisierung eine notwendige Reaktion auf das Versagen der Hierarchie bei nur schwer oder gar nicht plan- und beherrschbaren Problemstellungen sowie sehr dynamischen Umweltbedingungen. Ein für diese Aufgabenstellung geeigneter organisatorischer Ansatz, der die Flexibilität der Unternehmen in diesem Umfeld erhöhen soll, ist die *Heterarchie*. Heterarchische bzw. nebengeordnete Strukturen zielen darauf, die durch nicht antizipierte Veränderungen der Rahmenbedingungen induzierten Planungs- und Steuerungsprobleme mit Hilfe unvorhersehbarer Veränderungen des Systemverhaltens auf untersten Ebenen zu bewältigen (Bühl 1987, S. 247 ff). Der Begriff der Heterarchie wurde von dem Neurophysiologen McCulloch (1945, S. 89 ff.) geprägt. Er negiert in seinen Arbeiten, die zu den wichtigsten Grundlagen der (Bio-)Kybernetik zählen, eine bis dahin häufig unterstellte hierarchische Funktionsweise des menschlichen Gehirns, die nur eine sequentielle Arbeitsweise erlaubt. Statt dessen postuliert der Autor ein Nervensystem in Form eines neuronalen Netzes, das eine parallele Arbeitsweise ermöglicht. Diese von McCulloch als Heterarchie bezeichnete Organisationsform wurde später u.a. von der Soziologie und der Betriebswirtschaftslehre übernommen. Allgemein wird Heterarchie z.B. definiert als: „the relation of elements to one another when they are unranked or when they possess the potential for being ranked in a number of different ways“ (Crumley 1995, S. 3.).

In der Organisationstheorie bezeichnet jedoch z.B. Probst (1992, S. 495) die Heterarchie als „...das Prinzip fluktuierender hierarchischer Beziehungen zwischen Individuen oder Systemen. Das bedeutet, daß sich die hierarchischen Strukturen je nach Bedarf umkehren lassen, ebenso wie die für die hierarchische Ordnung ausschlaggebenden Kriterien – Kompetenz, Status, Ansehen, usw. – von Fall zu Fall verschieden sein können.“ Konkrete Organisationsmuster werden somit situa-

tiv ausgebildet und sind nicht einheitlich für die Organisation als Ganzes definiert. Die Bedeutung des Organisationsprinzips der Heterarchie verdeutlicht folgendes aus der Soziologie stammende Zitat von Bühl (1987, S. 242): „Heterarchien sind aus mehreren voneinander unabhängigen ‚Akteuren‘, ‚Entscheidungssträgern‘ oder ‚Potentialen‘ zusammengesetzte Handlungs- oder Verhaltenssysteme, in denen es keine zentrale Kontrolle gibt, sondern die Führung des Systems in Konkurrenz und Konflikt, in Kooperation und Dominanz, in Sukzession und Substitution sozusagen immer wieder neu ausgehandelt wird oder von Subsystem zu Subsystem bzw. von Potential zu Potential wandert.“

Für das Problemlösungsverhalten im Produktionssystem folgt aus der Anwendung heterarchischer Prinzipien, daß kleine (organisatorische) Einheiten auf untersten Ebenen Teilprobleme auf ihrer Ebene autark lösen und daß sich die erarbeiteten Teillösungen zu einer optimalen Gesamtlösung aggregieren lassen sollen (Blecker 2004, ähnlich Horváth/Márkus/Váncza 1999, S. 308 f.). Allerdings bedeutet Heterarchie nicht, daß keine Hierarchie im System existiert (Probst 1992, S. 495). So weist auch Schreyögg (2003, S. 11 ff.) zu Recht darauf hin, daß auch Heterarchien nicht ganz ohne Hierarchie zweckmäßig zu realisieren sind. Beispielsweise setzt das Bilden abteilungsübergreifender Projektteams die Existenz von Abteilungen voraus und das Erarbeiten von Teillösungen sowie die (spontane) Koordination der einzelnen Akteure die Existenz eines regulierenden Effizienzmechanismus. Problematisch ist bei der praktischen Realisierung hierarchischer Strukturen insbesondere, daß Akteuren auf einer niedrigen Ebene des Systems zwangsläufig die übergeordnete Problemsicht fehlt, obwohl aus der Sicht des Gesamtunternehmens Insellösungen zu vermeiden und Gesamtlösungen anzustreben sind (von der Oelsnitz 1995, S. 501). Damit tritt eine Paradoxie auf: Hierarchie und Heterarchie stehen zugleich in einem konfliktären und einen komplementären Verhältnis. Heterarchie soll die Hierarchie ergänzen und/oder sogar partiell substituieren, benötigt aber selbst wieder eine hierarchische Planung und Kontrolle. Scholz schließt daraus, daß eine Kombination hierarchischer und heterarchischer Prinzipien erforderlich ist: „Formale Hierarchien schaffen Rahmenbedingungen. Innerhalb dieser Rahmenbedingungen greifen heterarchische Strukturen, wenn die Problemsituation Flexibilität und autonomes Handeln erfordert“ (Scholz 1997, S. 203). Diese Struktur wird als heterarchische Hierarchie bezeichnet.

3.3 Organisation von Produktionssystemen nach dem Prinzip der heterarchischen Hierarchie

Heterarchische oder heterarchisch-hierarchische Strukturen sind keine Entwicklung der Neuzeit (siehe ausführlich Blecker 2004). Insbesondere in der Archäologie werden bereits seit nahezu 25 Jahren die heterarchischen Strukturen komplexer (Sozial-)Systeme früherer Zeitalter untersucht (Crumley 1995, S. 1 ff.). So wurde am Beispiel der Region Wessex in England gezeigt, daß die hierarchische Organisation der Metallherstellung während der Bronzezeit (2000 bis 700 v. Chr.) sich aufgrund der höheren Flexibilität zu einer heterarchischen Organisation in der mittleren Eisenzeit (400 bis 100 v. Chr.) gewandelt hat (Ehrenreich 1995, S. 33 ff.). In der gleichen Zeit hat die Spezialisierung der Arbeitskräfte in der Metallherstellung deutlich abgenommen und auch weniger geschulte Arbeitskräfte wurden eingesetzt (Brumfiel 1995, S. 127).

In der Betriebswirtschaftslehre sowie den Ingenieurwissenschaften wird die Heterarchie bislang primär im Rahmen der Arbeiten zu einem entwicklungsorientierten Management und als Organisationsprinzip für größere Einheiten untersucht, z.B. interorganisational als Organisationsprinzip bei Netzwerkorganisationen und intraorganisational für Konzernstrukturen und Lernprozesse in Multinationalen Unternehmen (Hedlund 1986, S. 9 ff., Klimecki/Probst/Eberl 1994, S. 74 ff., Reihlen 1996, Pearce 1999, S. 125 ff., Reihlen/Rohde 2002, S. 30 ff., Reinhart/von der Hagen 2003, S. 59 ff).

In der Produktionswirtschaft wird die Heterarchie bisher in Zusammenhang mit (hierarchielosen) Produktionsnetzwerken als interorganisationales Organisationsprinzip (Bellmann 1996, S. 58 f., Bellmann/Hippe 1996, S. 63, Bellmann 2001, S. 31 ff., sowie <http://www.tu-chemnitz.de/sfb457/de/>) und in der Logistik z.B. in dem zum 1. Januar 2004 gestarteten SFB 637 „Selbststeuerung logistischer Prozesse“ (<http://www.sfb637.uni-bremen.de/>) als intraorganisationales Organisationsprinzip diskutiert.

Wir sehen aber heterarchisch-hierarchische Organisationsstrukturen insbesondere auch für die intraorganisationalen Strukturen des Produktionssystems geeignet an (Blecker 2004), da sie die Probleme hierarchischer Organisationsformen weitgehend vermeiden sowie eine hohe Flexibilität und Problemlösungsfähigkeit der Organisation anstreben: „Zur Bewältigung der Komplexität [...] reichen klare, starre Prozesse nicht aus. Das System muß diese interpretieren und bei unvorhergesehenen Ereignissen autonom, aber auf Grundlage der vorgegebenen Prozesse handeln“ (Probst 1992, S. 449).

Allerdings ist anzuerkennen, daß eine völlig hierarchielose Organisation der Produktion in der industriellen Praxis weder realistisch noch zweckmäßig ist. Insbesondere ist darauf zu achten, daß mit der Einführung heterarchischer Prinzipien nicht auf der einen Seite die Probleme hierarchischer Strukturen vermieden, auf der anderen Seite aber neue Probleme geschaffen werden. In Produktionssystemen folgt aus der Einführung heterarchisch-hierarchischer Strukturen eine zumindest partielle Verlagerung dispositiver Aufgaben zu dezentralen Akteuren. Zudem treten in Abhängigkeit von der jeweils zu bewältigenden Problemstellung variable Interaktionsbeziehungen zwischen den individuellen Akteuren auf. Problematisch ist dabei u.E., daß die Anzahl I potentieller Interaktionsbeziehungen einer Anzahl A von Akteuren nach folgender Gleichung zu berechnen ist (Blecker 2004):

$$I = \sum_{a=1}^{A-1} a$$

Daraus folgt, daß bei 5 Akteuren 10 potentielle Interaktionsbeziehungen, bei 50 Akteuren 1225 Interaktionsbeziehungen und bei 100 Akteuren bereits 4950 Interaktionsbeziehungen existieren. Leistungssysteme mit 100 Akteuren sind in der unternehmerischen Praxis jedoch eher als klein einzustufen. In größeren Produktionssystemen, beispielsweise der Automobilindustrie, sind aufgrund der höheren Anzahl der Akteure schnell über 1.000.000 potentielle Interaktionsbeziehungen zu erreichen. Obwohl mehrere Akteure häufig zu gemeinsam zu steuernden Einheiten, z.B. teilautonomen Arbeitsgruppen (z.B. Bühner/Pharao 1992), aggregiert werden, die Anzahl an solchen Aggregaten limitiert ist und grundsätzlich nicht alle theoretisch denkbaren Interaktionsbeziehungen produktionswirtschaftlich zweckmäßig sind, zeigt sich dennoch, daß insbesondere in komplexen Leistungssystemen ein erheblicher Koordinationsbedarf induziert wird.

Es ist deshalb zweckmäßig, wenn die Akteure in Produktionssystemen nicht vollständig autonom, sondern in vielen Bereichen auch heteronom sind (Probst 1992, S. 495). So weist Probst (1992, S. 498) auch darauf hin, daß zwei Ebenen erforderlich sind: die der dezentralen, autonomen Einheiten und die der (zentralen) Kontrolle und/oder Koordination. Die Flexibilität des Produktionssystems wird dabei insbesondere dadurch erreicht, daß Entscheidungen nicht in hierarchisch normierten Machtbasen, sondern dort getroffen werden, wo die erforderlichen Informationen vorliegen (Scholz 1997, S. 202).

Für die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) folgen daraus jedoch erhebliche Konsequenzen. So geht die klassische Gestaltung (zentraler) Systeme der

Produktionsplanung und -steuerung explizit oder implizit davon aus, daß eine Informationsasymmetrie zugunsten eines (zentralen) Planers existiert (Reiß 1998, S. 124 f.). Dieser verfügt alleine über die für eine optimale Planung und Steuerung erforderlichen Informationen. Bei heterarchisch-hierarchischen Strukturen wird eine genau inverse Informationsasymmetrie zugunsten der dezentralen Akteure postuliert (ähnlich Picot 1991, S. 150). Wir fordern daher mit Reiß (1998, S. 117), daß bei der Entwicklung von PPS-Systemen eine Differenzierung erfolgt zwischen dem Regelwissen der Produktionsplanung und -steuerung, das in einer zentralen Instanz vorhanden ist und dort genutzt wird, sowie dem Faktenwissen, das in den dezentralen Einheiten vorhanden ist und dort auch genutzt sollte (z.B. Blecker 2003, S. 30 ff.). Es wird ein PPS-System benötigt, das die autonomen Einheiten bei der dezentralen Entscheidungsfindung, der Wahrnehmung ihrer autonomen Handlungsräume sowie der Durchführung der Produktionsprozesse unterstützt. Da zugleich aber eine zentrale Planungsinstanz die Koordination und die Ausrichtung der autonomen Einheiten auf das Gesamtsystem übernimmt, entstehen koordinierte, häufig mehrschichtige Netzwerkstrukturen im Produktionssystem (Scholz 1997, S. 199). Genau diese Struktur wird heute von vielen neueren Produktionskonzepten, z.B. dem Web-based Manufacturing (Blecker 2004), angestrebt und durch die aktuellen Entwicklungen der Produktions- und Automatisierungstechnik unterstützt.

So werden beispielsweise in der Automatisierungstechnik – jedoch ohne Bezug zu ökonomischen und/oder organisationalen Theorien – u.a mit dem Interface for Distributed Automation (IDA) bei der Implementierung von Internet-Technologien heterarchisch-hierarchische Strukturen angestrebt (u.a. Jetter 2003, Furrer 2003, S. 197 ff.). In diesem technischen Ansatz soll mit Hilfe der Internet-Technologien eine dezentrale, hierarchielose Netzwerkstruktur im Produktionssystem geschaffen werden, auf deren Basis autonome Akteure kooperativ an Problemlösungen arbeiten (Schnell 2003, S. 218 ff.). Übergeordneten Einheiten werden dabei lediglich diejenigen Entscheidungsprobleme zugeordnet, die auf den unteren Ebenen nicht oder nicht zufriedenstellend zu lösen sind, z.B. übergeordnete Grobplanungen der Produktionsplanung und -steuerung (ähnlich auch Scholz 1997, S. 198 f.). Die bislang übliche hierarchische Planung, Steuerung und Kontrolle der unteren Ebenen durch die obere Ebene entfällt. Statt dessen haben die übergeordneten Ebenen die erarbeiteten Teillösungen zu aggregieren und gegebenenfalls die einzelnen Schritte der (dezentralen) Problemlösung zu koordinieren (Blecker 2004).

4 Zusammenfassung und Ausblick

In der Organisationsforschung wurde bereits vor über zehn Jahren gezeigt, daß sich die hierarchische Heterarchie gut für die Bewältigung der aktuellen Probleme eines dynamischen Umfeldes und die Gestaltung zukünftiger Systeme eignet. Die hierarchischen Elemente dieses Organisationsprinzips ermöglichen, daß die erforderlichen Rahmenbedingungen geschaffen sowie die (autonomen) Systemelemente koordiniert und auf ein gemeinsames Ziel ausgerichtet werden. Beim Auftreten unvorhergesehener Problemsituationen sichern heterarchische Strukturen die dann ebenfalls erforderliche Flexibilität des Produktionssystems (Scholz 1997, S. 203). Insgesamt ist somit festzuhalten, daß die Heterarchie autonome Entscheidungen im System gewährleistet und eine sinnvolle Ergänzung der Hierarchie mit dem Ziel ist, die Flexibilität und Reaktionsgeschwindigkeit des Systems zu erhöhen (Scholz 1997, S. 197f.).

Es ist allerdings auch darauf hinzuweisen, daß die Einführung der hierarchischen Heterarchie in bislang ausschließlich hierarchischen Systemen sehr anspruchsvoll ist. So können beispielsweise latente Machtstreitigkeiten und/oder -allokationen im System auftreten, die zu erneuten hierarchischen Organisationsmustern führen (Probst 1992, S. 497 f). Die Realisierung des gebotenen Flexibilitätspotentials der neuen Organisation in der Produktion wird deshalb wesentlich von den Fähigkeiten und Qualitäten der Mitarbeiter bestimmt, mit den neuen Freiheitsgraden und Handlungsspielräumen umzugehen und autonome Entscheidungen zu treffen (vgl. bereits Bühner 1993b, S. 247 ff., 1995, S. 443). Es deshalb hier Bühner (1997, S. 3) zuzustimmen, der betont, daß neue Organisationsformen häufig auch neue, angepaßte Ansätze des Personalmanagement erfordern, z.B. im Bereich Personalaus- und -weiterbildung, Personaleinsatz, Führung und Motivation (vgl. speziell zur Führung in Heterarchien z.B. auch Reihlen 1998, sowie zur Einführung der heterarchischen Hierarchie in Produktionssystemen Blecker 2004).

Literaturverzeichnis

- Baldwin, C. Y./Clark, K. B. (2000): Design Rules, Volume 1. The Power of Modularity, Cambridge - London.
- Bellmann, K. (1996): Produktionsnetzwerke – ein theoretischer Bezugsrahmen, in: Wildemann, H. (Hrsg.): Produktions- und Zuliefernetzwerke, München, S. 47 - 63.
- Bellmann, K. (2001): Heterarchische Produktionsnetzwerke - ein konstruktivistischer Ansatz, in: Bellmann, K. (Hrsg.): Kooperations- und Netzwerkmanagement. Festgabe für Gert v. Kortzfleisch zum 80. Geburtstag, Berlin 2001, S. 31 - 54.
- Bellmann, K./Hippe, K. (1996): Kernthesen zur Konfiguration von Produktionsnetzwerken, in: Bellmann, K./Hippe, A. (Hrsg.): Management von Unternehmensnetzwerken. Interorganisational Konzepte und praktische Umsetzung, Wiesbaden, S. 55 - 85.
- Blecker, Th. (2003): Changes in Operations Management due to Internet based Production Concepts – An Institution Economical Perspective, Diskussionsbeiträge des Instituts für Wirtschaftswissenschaften der Universität Klagenfurt Nr. 2003/02, Klagenfurt, URL: http://wiwi.uni-klu.ac.at/Forschung/2003_02.pdf (Abruf 26.02.2004)
- Blecker, Th. (2004): Web-based Manufacturing, Habilitationsschrift, Universität Klagenfurt.
- Brumfiel, E. M. (1995): Heterarchy and the Analysis of Complex Societies: Comments, in: Ehrenreich, R. M./Crumley, C. L./Levy, J. E. (Ed.): Heterarchy and the Analysis of Complex Societies, Archeological Papers of the American Anthropological Association Number 6, S. 125 - 131.
- Bühl, W. L. (1987): Die Grenzen der Autopoiesis, in: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, 39(1987), S. 225 - 254.
- Bühner, R. (1989): Strategie und Organisation. Neuere Entwicklungen, in: Zeitschrift Führung + Organisation, 58(1989), S. 223 - 232.
- Bühner, R. (1990): Arbeits-Organisation und Personal bei Just-in Time, in: Der Betriebswirt, 31(1990)2, S. 13 - 18.
- Bühner, R. (1993a): Strategie und Organisation. Analyse und Planung der Unternehmensdiversifikation mit Fallbeispielen, 2., überarb. und erw. Aufl., Wiesbaden.
- Bühner, R. (1993b): Personalwirtschaft in der „Fabrik der Zukunft“, in: Milling, P./Zäpfel, G. (Hrsg.): Betriebswirtschaftliche Grundlagen moderner Produktionsstrukturen, Herne – Berlin, S. 245 - 266.
- Bühner, R. (1995): Arbeitsorganisation, in: Corsten, H./Reiß, M. (Hrsg.): Handbuch Unternehmensführung, Wiesbaden, S. 433 - 445.

- Bühner, R. (1997): Personalmanagement in der schlanken Fabrik, in: FÖRDER-TECHNIK, Zeitschrift für Logistik, Materialfluß, Transport- und Lagertechnik, 66 (1997)7, S. 3, 9, 10.
- Bühner, R./Pharao, I. (1992): Organisatorische und personalwirtschaftliche Gestaltung integrierter Gruppenarbeit in der Fertigung; in: CIM Management, 8(1992)6, S. 50 - 55.
- Bühner, R./Tuschke, A. (1999): Organisation - Entwicklungstendenzen und Zukunftsperspektiven, in: Die Unternehmung, 53(1999) 6, S. 449 - 464.
- Bullinger, H.-J. (1993): Dezentrale Produktionsstrukturen – Voraussetzung für Lean Management, in: Nedeß, C. (Hrsg.): Produktion im Umbruch. Herausforderung an das Management, St. Gallen, S. 11 - 47.
- Burmann, C. (2002): Strategische Flexibilität und Strategiewechsel als Determinanten des Unternehmenswertes, Wiesbaden.
- Burmann, C./Meffert, H. (2003): Strategische Flexibilität und Strategieveränderungen als determinanten des Unternehmenswertes, in: Ringelstetter, M. J./Henzler, H. A./Mirow, M. (Hrsg.): Perspektiven der Strategischen Unternehmensführung. Theorien – Konzepte – Anwendungen. Werner Kirsch zum 65. Geburtstag, Wiesbaden, S. 131 - 167.
- Corsten, H. (1996): Neuere Organisationsformen der Produktion – Ansätze und konzeptionelle Gemeinsamkeiten –, Universität Kaiserslautern, Schriften zum Produktionsmanagement Nr. 2, Kaiserslautern.
- Corsten, H. (2004): Produktionswirtschaft. Einführung in das industrielle Produktionsmanagement, 10., vollst. überarb. Aufl., München – Wien.
- Crumley, C. L. (1995): Heterarchy and the Analysis of Complex Societies, in: Ehrenreich, R. M./Crumley, C. L./Levy, J. E. (Ed.): Heterarchy and the Analysis of Complex Societies, Archeological Papers of the American Anthropological Association Number 6, S. 1 - 5.
- Daenzer, W.F./Huber, F. (1997): Systems Engineering – Methodik und Praxis, Zürich.
- DIN, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg., 1968): DIN 19226: Regelungstechnik und Steuerungstechnik, Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, S. 1 - 27.
- Dohms, R. (2001): Methodik zur Bewertung und Gestaltung wandlungsfähiger, dezentraler Produktionsstrukturen, Aachen.
- Dreyer, B./Grønhaug, K. (o.J.): Uncertainty, flexibility, and sustained competitive advantage, in: Journal of Business Research (o.J.), o.S. (im Druck).
- Drumm, H. J. (1996): Das Paradigma der Neuen Dezentralisation, in: Die Betriebswirtschaft, 56(1996)1, S. 7 - 20.
- Ehrenreich, R. M. (1995): Early Metalworking: A Heterarchical Analysis of Industrial Organization, in: Ehrenreich, R. M./Crumley, C. L./Levy, J. E. (Ed.): Heterarchy and the Analysis of Complex Societies, Archeological Papers of the American Anthropological Association Number 6, S. 33 - 39.

- Engel, A. (1990): Beyond CIM: Bionic Manufacturing Systems in Japan, in: IEEE Expert, (1990)August, S. 79 - 81.
- Eversheim, W./Schäffer, F.-W. (1980): Planung des Flexibilitätsbedarfs von Industrieunternehmen, in: Die Betriebswirtschaft, 40(1980)2, S. 229 - 248.
- FhG-ISI, Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (1998, Hrsg.): Delphi '98 Umfrage. Studie zur globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik. Methoden- und Datenbestand, Karlsruhe.
- Frese, E. (1990): Entwicklungstendenzen in der organisatorischen Gestaltung der Produktion, in: Bleicher, K./Gomes, P. (Hrsg.): Zukunftsperspektiven der Organisation. Festschrift zum 65. Geburtstag von Prof. Dr. Robert Staerke, Bern, S. 81 - 97.
- Frese, E./Beecken, T. (1992): Dezentrale Unternehmungsstrukturen, in: Corsten, H./Reiß, M. (Hrsg.): Handbuch Unternehmungsführung. Konzepte – Instrumente – Schnittstellen, Wiesbaden, S. 133 - 145.
- Furrer, F.J. (2003): Industrieautomation mit Ethernet-TCP/IP und Web-Technologie, 3., neu bearb. und erw. Aufl., Aufl., Heidelberg.
- Goldman, S. L./Nagel, R. M. (1993): Management, Technology and Agility: The Emergence of a New Era in Manufacturing, in: International Journal of Technology Management, 8(1993)1/2, S. 18 - 38.
- Günthling, O. (1916): Taschenwörterbuch der griechischen und deutschen Sprache, Teil II: Deutsch - Griechisch, Berlin.
- Hedlund, G./Rolander, D. (1990): Action in Heterarchies – New Approaches to Managing the MNC, in: Bartlett, C. A./Doz, Y./Hedlund, G. (Ed.): Managing the Global Firm, London - New York, S. 15 - 46.
- Horváth, M./Márkus, A./Váncza, J. (1999): Cooperation via Conflicts in Manufacturing Systems, in: Lu, S./Baskin, A. B./Kovács, G./Jaccucci, G. (Eds.): Cooperative Knowledge Processing for Engineering Design, Boston et al., S. 307 - 324, URL: <http://www.sztaki.hu/~markus/papers/trento.ps> (Abruf 26.02.03).
- Jacob, H. (1967): Flexibilitätsüberlegungen in der Investitionsrechnung, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 37(1967), S. 1 - 34.
- Jacob, H. (1974): Unsicherheit und Flexibilität Zur Theorie der Planung bei Unsicherheit, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 44(1974), S. 229 - 326, 403 - 448 und 505 - 526.
- Jetter, M. (2003): Nutzen von Web-Applikationen auf Ethernet-Basis, Unterlagen zum Vortrag anlässlich des Technischen Forum "Ethernet in der Automation" des Zentralverbandes Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) e.V., Fachverband Automation, 8. Oktober 2003, URL: http://www.zvei.org/automation/aktuell/tech_forum_ethernet/11_Jetter.pdf (Abruf 01.02.2004).
- Kaluza, B. (1984): Flexibilität der Produktionsvorbereitung industrieller Unternehmen, in: v. Kortzfleisch, G./Kaluza, B. (Hrsg.): Internationale und nationale Problemfelder der Betriebswirtschaftslehre, Festgabe für Heinz Bergner zum 60. Geburtstag, Berlin, S. 287 - 333.

- Kaluza, B. (1989): Erzeugniswechsel als unternehmenspolitische Aufgabe. Integrative Lösungen aus betriebswirtschaftlicher und ingenieurwissenschaftlicher Sicht, Berlin et al.
- Kaluza, B. (1993): Flexibilität, betriebliche, in: Wittmann, W./Kern, W./Köhler, R./Küpper, H.-U./v. Wsocki, K. (Hrsg.): Handwörterbuch der Betriebswirtschaftslehre, 3 Bde., 5. völlig neu gestaltete Aufl., Stuttgart, Sp. 1173 - 1184.
- Kaluza, B. (1996a): Flexibilität, Controlling der, in: Schulte, Chr. (Hrsg.): Controlling-Lexikon, München-Wien, S. 257 - 260.
- Kaluza, B. (1996b): Dynamische Produktdifferenzierungsstrategie und moderne Produktionssysteme, in: Wildemann, H. (Hrsg.): Produktions- und Zuliefernetzwerke, München, S. 191 - 234.
- Kaluza, B./Blecker, Th. (2000): Wettbewerbsstrategien – Markt- und ressourcenorientierte Sicht der strategischen Führung. Konzepte – Gestaltungsfelder – Umsetzungen, TCW-report Nr. 16, München.
- Kaluza, B./Blecker, Th: Flexibilität – State of the Art und Entwicklungstendenzen, in: Kaluza, B./Blecker, Th. (Hrsg.): Erfolgsfaktor Flexibilität. Strategien und Konzepte für wandlungsfähige Unternehmen, Berlin 2005, S. 1 - 25.
- Kaula, R. (1998): A modular approach toward flexible manufacturing, in: Integrated Manufacturing Systems, 9(1998)2, S. 77 - 86.
- Kaula, R./Ngwenyama, O. (1990): An approach to open intelligent information systems, in: Information Systems, 15(1990), S. 489 - 496.
- Kieser, A./Kubicek, H. (1977): Organisation, Berlin - New York.
- Klimecki, R. G./Probst, G. J. B./Eberl, P. (1994): Entwicklungsorientiertes Management, Stuttgart.
- Klimecki, R. G./Probst, G. J. B./Gmür, M. (1993): Flexibilisierungsmanagement. Die Orientierung Bd. 102, Bern.
- Koestler, A. (1968): Das Gespenst in der Maschine, Wien et al.
- Krallmann, H. (1994): Systemanalyse im Unternehmen, München - Wien.
- Krallmann, H./Albayrak, S. (2001): Intelligente Agenten zur Steuerung dezentraler Fertigungsstrukturen, in: Blecker, Th./Gemünden, H. G. (Hrsg.): Innovatives Produktions- und Technologiemanagement. Festschrift für Bernd Kaluza, Berlin et al. 2001, S. 150 - 169.
- Mahlmann, K. (1976): Anpassung und Anpassungsfähigkeit der betrieblichen Planung, Göttingen.
- McCulloch, W. S. (1945): A Hierarchy of Values Determined by the Topology of nervous Nets, in: Bulletin of Mathematical Biophysics, 7(1945), S. 89 - 93.
- Meffert, H. (1968): Die Flexibilität in betriebswirtschaftlichen Entscheidungen, unveröffentlichte Habilitationsschrift, München.
- Meffert, H. (1969): Zum Problem der betriebswirtschaftlichen Flexibilität, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 39(1969), S. 779 - 800.

- Meffert, H. (1985): Größere Flexibilität als Unternehmenskonzept, in: Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 38(1985)2, S. 121 - 137.
- Meffert, H./Burmans, C. (2000): Strategische Flexibilität und Strategiewechsel, in: Häfliger, G. E./Meier, J. D. (Hrsg.): Festschrift für Werner Popp zum 65. Geburtstag, Heidelberg 2000, S. 173 - 215.
- Mehrabi, M. G./Ulsoy, A. G./Koren, Y. (2000): Reconfigurable manufacturing systems: Key to future manufacturing, in: Journal of Intelligent Manufacturing, 11(2000), S. 403 - 419.
- Mehrabi, M. G./Ulsoy, A. G./Koren, Y./Heytler, P. (2002): Trends and perspectives in flexible and reconfigurable manufacturing systems, in: Journal of Intelligent Manufacturing, 13(2000), S. 135 - 146.
- Nagel, M. (2003): Flexibilitätsmanagement. Ein systemdynamischer Ansatz zur quantitativen Bewertung von Produktionsflexibilität, Wiesbaden.
- Okino, N. (1993): Bionic manufacturing system, in: Peklenik, J. (Hrsg.): CIRP, Flexible manufacturing Systems Past-Present-Future, S. 73 - 95.
- Pasternack, B. A./Viscio, A. J. (1998): The Centreless Corporation: A Model for Tomorrow, in: Business & Strategy, (1998)12, S. 10 - 21.
- Pearce, R. (1999): The evolution of technology in multinational enterprises: the role of creative subsidiaries, in: International Business Review, (1999)8, S. 125 - 148.
- Pibernik, R. (2001): Flexibilitätsplanung in Wertschöpfungsnetzwerken, Wiesbaden.
- Picot, A. (1991): Ökonomische Theorien der Organisation – Ein Überblick über neue Ansätze und deren betriebswirtschaftliches Anwendungspotential, in: Ordelt, D./Rudolph, B./Büßelmann, E. (Hrsg.): Betriebswirtschaftslehre und ökonomische Theorie, Stuttgart, S. 143 – 170.
- Picot, A./Reichwald, R./Wigand, R. T. (2001): Die grenzenlose Unternehmung. Information, Organisation und Management. Lehrbuch zur Unternehmensführung im Informationszeitalter, 3., aktual. Aufl., Wiesbaden.
- Probst, G. J. B. (1992): Organisation: Strukturen, Lenkungsinstrumente und Entwicklungsperspektiven, Landsberg/Lech.
- Reichwald, R./Behrbohm, P. (1983): Flexibilität als Eigenschaft betriebswirtschaftlicher Systeme, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 53(1983)9, S. 831 - 853.
- Reihlen, M. (1996): The Logistic of Heterarchies. Making Organizations Competitive for Knowledge-based Competition, Arbeitsberichte des Seminars für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Betriebswirtschaftliche Planung und Logistik Nr. 91, <http://www.uni-koeln.de/wiso-fak/planung/download/arbb-91.pdf> (Abruf 26.02.03).

- Reihlen, M. (1998): Führung in Heterarchien, Arbeitsberichte des Seminars für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Betriebswirtschaftliche Planung und Logistik Nr. 98, <http://www.uni-koeln.de/wiso-fak/planung/download/arbb-98.pdf> (Abruf 26.02.03).
- Reihlen, M./Rohde, A. (2002): Das heterarchische Unternehmen, in: Zeitschrift Führung + Organisation, (2002)8, S. 30 - 34.
- Reinhart, G. (1995): Autonome, kooperative Produktionssysteme, in: Wildemann, H. (Hrsg.). Schnelle lernende Unternehmen – Quantensprünge in der Wettbewerbsfähigkeit, München, S. 527 - 545.
- Reinhart, G./von der Hagen, F. (2003): Adapting Design Processes to Dynamic Market Demands on the Basis of Heterarchical Co-Operation Networks, in: Production Engineering, 10(2003)1, S. 59 - 64.
- Reiß, M. (1998): Organisatorische Entwicklungen, in: Corsten, H./Gössinger, R. (Hrsg.): Dezentrale Produktionsplanung und -steuerungs-Systeme. Eine Einführung in 10 Lektionen, Stuttgart – Berlin, S. 109 – 141.
- Schiemenz, B. (1996): Komplexität von Produktionssystemen, in: Kern, W./Schröder, H.-H./Weber, J. (Hrsg.): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft, 2., völlig neu gestalt. Aufl., Stuttgart, Sp. 895 - 904.
- Schnell, G. (2003, Hrsg.): Bussysteme in der Automatisierungs- und Prozeßtechnik. Grundlagen, Systeme und Trends der industrielle Kommunikation, 5., überarb. und erw. Aufl., Braunschweig/Wiesbaden.
- Scholz, C. (1997): Strategische Organisation. Prinzipien zur Vitalisierung und Virtualisierung, Landsberg/Lech.
- Schreyögg, G. (2003): Die Zukunft des Organisierens, in: Zeitschrift für Management, (2003)4, S. 9 - 13.
- Sethi, A. K./Sethi, S. P. (1990): Flexibility in manufacturing: A Survey, in: International Journal of Flexible Manufacturing Systems, 2(1990)4, S. 289 - 328.
- Staehele, W. H. (1991): Management. Eine verhaltenswissenschaftliche Perspektive, 6. überarb. Aufl., München.
- Suarez, F. F./Cusumano, M. A./Fine, C. H. (1995): An empirical study of flexibility in manufacturing, in: Sloan Management Review, 38(1995)1, S. 25 - 32.
- Sydow, J. (1992): Strategische Netzwerke. Evolution und Organisation, Wiesbaden.
- Tharumarajah, A. (2003): From Fractals and Bions to Holons, in: Deen, S. M. (Ed.): Agent-Based Manufacturing. Advances in the Holonic Approach, Berlin et al.
- Tharumarajah, A./Wells, A. J./Nemes, L. (1996): Comparison of the bionic, fractal and holonic manufacturing system concepts, in: IJCIM, 9(1996)3, S. 217 - 226.
- Ulrich, H. (1968): Die Unternehmung als produktives soziales System, Bern - Stuttgart.

- Váncza, J./Márkus, A. (1998): Holonic manufacturing with economic rationality, in: Xirouchakis, P. (Ed.): Proceedings of IMS-Europe, 1st International Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, Lausanne, April 1998, 383 - 394, URL: <http://www.sztaki.hu/~markus/papers/lausanne98.ps> (Abruf 26.02.03).
- von der Oelsnitz, D. (1995): Das Heterarchieprinzip, in: Das Wirtschaftsstudium, (1995)6, S. 500 - 502.
- Warnecke, H.-J. (1995): Aufbruch zum fraktalen Unternehmen: Praxisbeispiele für neues Denken und Handeln, Berlin.
- Wildemann, H. (1987): Fertigungssegmentierung, in: VDI-Z – Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure für integrierte Produktionstechnik, 129(1987)11, S. 36 - 43.
- Wildemann, H. (1989a): Fabrikorganisation: Kundennahe Produktion durch Fertigungssegmentierung, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 59(1989)1, S. 27 - 53.
- Wildemann, H. (1989b): Fabrik in der Fabrik durch Fertigungssegmentierung, in: Wildemann, H. (Hrsg.): Fabrikplanung. Neue Wege – aufgezeigt von Experten aus Wissenschaft und Praxis, Frankfurt, S. 14 - 77.
- Wildemann, H. (1993): Neuentwicklungen in der Fabrik- und Unternehmensorganisation, in: Wildemann, H. (Hrsg.): Lean Management. Strategie zur Erreichung wettbewerbsfähiger Unternehmen, München, S. 17 - 34.
- Wildemann, H. (1995): Transaktionskostenreduzierung durch Fertigungssegmentierung, in: Die Betriebswirtschaft, 55(1995)6, S. 783 - 795.
- Wildemann, H. (1998): Der Weg zum agilen Unternehmen: Kostenführerschaft und Service, in: Wildemann, H. (Hrsg.): Das agile Unternehmen: Kostenführerschaft und Service. Tagungsband Münchner Management Kolloquium, 28. und 29. April 1998, München, S. 1 - 42.
- Zahn, E./Schmid, U. (1996): Produktionswirtschaft I: Grundlagen und operatives Produktionsmanagement, Stuttgart.
- Zhang, Q./Vonderembse, M. A./Lim, J.-S. (2003): Manufacturing flexibility: defining and analyzing relationships among competence, capability, and customer satisfaction, in: Journal of Operations Management, 21(2003), S. 173 - 191.

Bisher erschienene Diskussionspapiere der Universität Klagenfurt

- 9601 Dietrich Kropfberger
Einsatz von Controlling- und Planungsinstrumenten in der Praxis –
Ein Vergleich zwischen Österreich und Großbritannien
1996
- 9701 Hans-Joachim Bodenhöfer / Monika Riedel
Bildung und Wirtschaftswachstum – Alte und neue Ansätze
Februar 1997
- 9702 Hans-Joachim Bodenhöfer
Kärnten 1945 - 1995. Wirtschaftspolitische Probleme und Leitlinien
Juni 1997
- 9801 Michael Kosz
On-site vs. Distant questioning: some empirical evidence from valuing
recreation functions of city-near forests
Mai 1998
- 9802 Michael Kosz
The social context of valuing regional biodiversity
Juli 1998
- 9803 Bernd Kaluza / Thorsten Blecker / Christian Bischof
Strategic Management in Converging Industries
November 1998
ISBN 3-85496-000-X
- 9804 Monika Riedel
Selbstbeteiligungen in der Österreichischen Sozialen
Krankenversicherung am Beispiel Kärntner Ärzteabrechnungen
November 1998
ISBN 3-85496-001-8
- 9901 Doris Behrens / Jonathan Caulkins / Gernot Tragler / Gustav
Feichtinger
Optimal Control of Drug Epidemics: Prevent and Treat – But not at the
Same Time?
Juni 1999
ISBN 3-85496-002-6
- 9902 Doris Behrens / Jonathan Caulkins / Gernot Tragler /
Gustav Feichtinger
Why Present-Oriented Societies Undergo Cycles of Drug Epidemics
Juli 1999
ISBN 3-85496-003-4

- 9903 Bernd Kaluza / Thorsten Blecker / Christian Bischof
Networks - A Cooperative Approach to Environmental Management
September 1999
ISBN 3-85496-004-2
- 9904 Bernd Kaluza / Thorsten Blecker
Integration von Unternehmung ohne Grenzen und Supply Chain
Management
September 1999
ISBN 3-85496-005-0
- 9905 Bernd Kaluza / Christian Bischof / Thorsten Blecker / Bernd Gotsche
Einsatz und Entwicklungsperspektiven von betrieblichen
Umweltinformations- und Umweltmanagementsystemen in der Kärntner
Wirtschaft – theoretische Überlegungen und empirische Befunde
Oktober 1999
ISBN 3-85496-006-9
- 9906 Michael Getzner
Ecotourism, stakeholders, and regional development
Oktober 1999
ISBN 3-85496-007-7
- 2000/01 Michael Getzner
Economics of species and nature protection: empirical evidence from
Austria
Juni 2000
ISBN 3-85496-008-8
- 2000/02 Doris Behrens / Herbert Dawid
Genetic Learning of Nash Equilibria in Illicit Drug Markets and
Prerequisites for a Successful Crackdown
August 2000
ISBN 3-85496-009-3
- 2001/01 Bernd Kaluza / Herwig Dullnig / Bernhard Goebel
Überlegungen zur Konzeption eines Produktionsplanungs- und
Recyclingplanungs- und -steuerungssystems für Verwertungs- und
Entsorgungsnetzwerke
Februar 2001
ISBN 3-85496-010-7
- 2001/02 Bernd Kaluza / Thorsten Blecker
Konzept einer Produktionsplanung und -steuerung in der
Unternehmung ohne Grenzen
Juli 2001
ISBN 3-85496-011-5

- 2001/03 Paolo Rondo-Brovetto / Eva Krczal
Analyse der Leistungsverteilung für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke im Bundesland Kärnten
Oktober 2001
ISBN 3-85496-012-3
- 2001/04 Sonja Grabner-Kräuter
Die Bedeutung von Vertrauen im Electronic Commerce
Dezember 2001
ISBN 3-85496-013-1
- 2001/05 Bernd Kaluza
Controlling- und PPS-Systeme zur Lösung betriebswirtschaftlicher Probleme in Verwertungsnetzwerken
Dezember 2001
ISBN 3-85496-014-X
- 2002/01 Michael Getzner
Contributions to Cultural Economics: the case of Austria
Januar 2002
ISBN 3-85496-015-8
- 2002/02 Birgit Friedl / Michael Getzner
Environment and growth in a small open economy: an EKC case-study for Austrian CO2 emissions
Januar 2002
ISBN 3-85496-016-6
- 2002/03 Bernd Kaluza / Ralf-Jürgen Ostendorf
Die zukünftige Bedeutung der Ökologie in der deutschen Automobilindustrie – eine kritische Analyse mit Hilfe der Szenario-Technik
Dezember 2002
ISBN 3-85496-018-2
- 2003/01 Thorsten Blecker
Web-based Manufacturing – Ansatz eines betriebswirtschaftlichen Konzepts einer internetbasierten Produktion
Februar 2003
ISBN 3-85496-019-0
- 2003/02 Thorsten Blecker
Changes in Operations Management due to Internet based Production Concepts – An Institution Economical Perspective
Juni 2003
ISBN 3-85496-021-2
- 2003/03 Bernd Kaluza / Herwig Dullnig / Franz Malle
Principal-Agent-Probleme in der Supply Chain – Problemanalyse und Diskussion von Lösungsvorschlägen
Juli 2003
ISBN 3-85496-022-0

- 2003/04 Thorsten Blecker / Nizar Abdelkafi / Bernd Kaluza / Gerhard Friedrich
Variety Steering Concept for Mass Customization
August 2003
ISBN 3-85496-023-9
- 2003/05 Thorsten Blecker / Bernd Kaluza
Forschung zu Produktionsstrategien – Ergebnisse und
Entwicklungsperspektiven
November 2003
ISBN 3-85496-024-7
- 2004/01 Thorsten Blecker / Bernd Kaluza
Heterarchische Hierarchie: Ein Organisationsprinzip flexibler
Produktionssysteme
März 2004
ISBN 3-85496-025-5

Kontaktadresse:

Dr. Thorsten Blecker

Universität Klagenfurt

Institut für Wirtschaftswissenschaften

Abteilung Produktions-, Logistik- und Umweltmanagement

Universitätsstraße 65 - 67

A - 9020 Klagenfurt

Tel.: +43-463-2700 – 4077

Fax.: +43-463-2700 – 4097