

---

März 2011

**Technologische Innovation und  
organisatorische Architektur:  
eine empirische Untersuchung auf der Basis von  
Schweizer Unternehmensdaten**

WWZ Forschungsbericht 2011/03  
(D-135)

Michael Beckmann, Kathrin Armbruster

---

Die Autoren:

**Prof. Dr. Michael Beckmann, Ordinarius**

Abteilung Personal und Organisation  
Wirtschaftswissenschaftliches Zentrum der  
Universität Basel (WWZ)  
Peter Merian-Weg 6  
CH - 4002 Basel

Telefon: +41(0)61 267 32 24

[michael.beckmann@unibas.ch](mailto:michael.beckmann@unibas.ch)

**Kathrin Armbruster, Assistentin**

Abteilung Personal und Organisation  
Wirtschaftswissenschaftliches Zentrum der  
Universität Basel (WWZ)  
Peter Merian-Weg 6  
CH - 4002 Basel

Telefon: +41(0)61 267 27 57

[kathrin.armbruster@unibas.ch](mailto:kathrin.armbruster@unibas.ch)

---

Eine Publikation des Wirtschaftswissenschaftlichen Zentrums (WWZ) der Universität Basel.

Diese Publikation und das in ihr dargestellte Forschungsprojekt wurden durch den Förderverein des WWZ finanziell unterstützt.

© WWZ Forum 2011 und des Autors / der Autoren. Eine Reproduktion über die persönliche Nutzung des Papiers in Forschung und Lehre hinaus bedarf der Zustimmung des Autors / der Autoren.

**Kontakt:**

WWZ Forum | Peter Merian-Weg 6 | CH-4002 Basel | [forum-wwz@unibas.ch](mailto:forum-wwz@unibas.ch) | [www.wwz.unibas.ch](http://www.wwz.unibas.ch)

# Technologische Innovationen und organisatorische Architektur: eine empirische Untersuchung auf der Basis von Schweizer Unternehmensdaten

## Zusammenfassung

Seit mehreren Jahrzehnten verändern sowohl Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT) wie auch neue Organisationsgestaltungen das Arbeitsleben in Unternehmen. Das Ziel des vorliegenden Projekts war es, den Zusammenhang von technologischen Innovationen und organisatorischer Architektur in Schweizer Unternehmen empirisch zu untersuchen. Konkret wurde in der Studie erforscht, ob ICT mit Zentralisierungs- oder Dezentralisierungstendenzen in Unternehmen einhergeht. Zur Analyse der Forschungsfrage wurden anhand national repräsentativer Paneldaten der Schweizer Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich gepoolte Querschnitts-, Random sowie Fixed Effects Modelle geschätzt. Obwohl hierbei unbeobachtbare Firmenheterogenität berücksichtigt wurde, führten diese Methoden im vorliegenden Fall möglicherweise jedoch nicht zu konsistenten und effizienten Ergebnissen. Daher wurde als Kompromiss zusätzlich ein Schätzverfahren von Mundlak (1978) angewendet. Eine weitere potentielle Schätzverzerrung, die durch umgekehrte Kausalität verursacht wird, wurde durch die Verwendung von verzögerten ICT-Variablen ebenfalls berücksichtigt. Daher sind die Ergebnisse robust bezüglich potentieller Endogenitätsverzerrungen wie umgekehrter Kausalität und unbeobachtbarer Firmeneigenschaften. Die empirischen Ergebnisse zeigen einen sehr klaren Zusammenhang zwischen ICT und Dezentralisierungstendenzen. Sie lassen sich folgendermassen zusammenfassen: Erstens geht die Verwendung von ICT generell mit dezentralisierter Verteilung von Entscheidungsrechten einher. Dies bestätigt die Hypothese, wonach der Effekt geringerer Agency Costs den Effekt geringerer Decision Information Costs überwiegt und daher Dezentralisation fördert. Zweitens ist der Dezentralisierungseffekt von ICT in erster Linie auf die Verbreitung der ICT-Nutzung innerhalb der Belegschaft und die Intensität der ICT-Investitionen zurückzuführen. Die Vielfalt der verwendeten ICT übt nur teilweise einen signifikanten Einfluss aus. Drittens verändern sich die Ergebnisse nicht signifikant bei der Verwendung von OLS und Random Effects Modellen und dem Ansatz von Mundlak. Daher führt im vorliegenden Fall unbeobachtbare Heterogenität von Schweizer Unternehmen anscheinend nicht zu drastisch abweichenden Ergebnissen im Vergleich zur einfachen OLS Regression. Anhand der Ergebnisse des Forschungsprojekts lässt sich insgesamt also die Schlussfolgerung ziehen, dass geringere Agency Costs aufgrund der Verwendung von ICT zu dezentralisierter Verteilung von Entscheidungsrechten in Schweizer Unternehmen führen.

## **Danksagung**

Die Autoren danken dem Förderverein der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Basel für die finanzielle Unterstützung des Forschungsprojekts.

Ebenso gilt der Dank der Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich für den Datenzugang zu den Erhebungen "Innovationsaktivitäten, Informationstechnologien und Arbeitsorganisation" von 2005 und 2008 und "Organisatorischer Wandel und Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien" aus dem Jahr 2000.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Theoretische Betrachtungen</b>	<b>6</b>
2.1	ICT und die Verteilung von Entscheidungsrechten . . . . .	6
2.2	Zentralisierungs- versus Dezentralisierungstendenzen . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Literatur</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Empirische Untersuchung</b>	<b>15</b>
4.1	Daten, Variablen und deskriptive Statistiken . . . . .	15
4.2	Ökonometrische Modellierung . . . . .	19
4.3	Ergebnisse . . . . .	20
4.3.1	Kombinierte ICT-Variablen . . . . .	20
4.3.2	Kombinationen einzelner ICT-Variablen . . . . .	23
<b>5</b>	<b>Fazit</b>	<b>26</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>28</b>
	<b>Anhang</b>	<b>34</b>

# 1 Einleitung

In den vergangenen Jahren veränderte sich das Arbeitsleben in Unternehmen enorm. Diese Veränderungen werden vor allem von (1) der Einführung von Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT) und (2) neuen organisatorischen Architekturen gefördert. Mittlerweile ist ICT zu einem unerlässlichen Teil des Arbeitslebens geworden. Anwendungen wie Email, Internet, digitale Assistenten oder Computer-basierte Produktionstechnologien sind für die meisten Arbeitnehmer selbstverständlich geworden. In den vergangenen Jahrzehnten konnten grosse Investitionen in ICT in der Schweiz und weltweit beobachtet werden (Arvanitis (2005)). Entsprechend der Datengrundlage des vorliegenden Forschungsberichts gaben im Jahr 2008 98,9% aller befragten Schweizer Unternehmen an, Computer zu verwenden; durchschnittlich 19% ihrer gesamten Bruttoinvestitionen wurden in ICT investiert. Diese Innovationen haben die Art und Weise der Arbeit revolutioniert und beeinflussen zum Teil auch die Produktivität<sup>1</sup>.

Zusätzlich zum Aufkommen von ICT hat ein weiterer Trend bezüglich der organisatorischen Architektur grundlegenden Einfluss auf das Arbeitsleben: Verschieden Autoren stellen eine Restrukturierung von einer Tayloristischen hin zu einer so genannten Holistischen Arbeitsorganisation fest. Klar und eng definierte Entscheidungsgerechte und Zentralisation werden zunehmend durch Multitasking und Dezentralisierung ersetzt (Milgrom/Roberts (1990), Lindbeck/Snower (2000)). Dieses "new firm model" (Arvanitis (2005)) ist durch eine vermehrte Anwendung von Teamarbeit und Arbeitsplatzrotation, einer Abnahme der Anzahl der Hierarchieebenen und mehr direkter Beteiligung in der Entscheidungsfindung gekennzeichnet (Lindbeck/Snower (2000)). 2008 erklärten 69% aller befragten Schweizer Firmen, dass sie ständige Arbeitsgruppen einsetzen, die Aufgabenbereiche gemeinsam bearbeiten oder Themen diskutieren. Immerhin 19% gaben an, Programme zur Rotation von Arbeitsplätzen zu nutzen. Die daraus resultierende Verantwortung macht kontinuierliches Lernen und Entwicklung der Arbeitnehmer nötig und verlangt bessere Qualifikationen<sup>2</sup>. Die vorliegende Studie konzentriert sich auf einen Aspekt der organisatorischen Architektur, nämlich die Verteilung von Entscheidungsrechten. Hier lässt sich ein Trend hin zu

---

<sup>1</sup>Studien, die Produktivitätseffekte von ICT analysieren, sind z.B. von Black/Lynch (2001), Brynjolfsson/Hitt (2000), Brynjolfsson/Hitt (2003), Hempell (2005) oder Zammuto/O'Connor (1992).

<sup>2</sup>Der Skill-Biased Organizational Change wird z.B. in den Studien von Beckmann (2004), Bresnahan/Brynjolfsson/Hitt (2002), Caroli/Van Reenen (2001) oder Caroli/Greenan/Guellec (2001) untersucht.

mehr Dezentralisierung feststellen, indem Entscheidungskompetenzen an untergeordnete Mitarbeiter abgegeben werden.

Die gleichzeitige Entwicklung der Nutzung von ICT und dem organisatorischen Wandel deutet auf die Frage hin, ob ein Zusammenhang zwischen beiden Entwicklungen besteht. Es gibt zahlreiche Ansätze zur Erklärung einer Verbindung zwischen ICT und der Verteilung von Entscheidungsrechten. In diesem Kontext argumentieren verschiedene Autoren, dass ICT Zentralisation fördert (z.B. Leavitt/Whisler (1958), Bolton/Dewatripont (1994)), andere wiederum argumentieren, dass ICT Dezentralisation begünstigt (z.B. Radner (1993), Wyner/Malone (1996)). Im Wesentlichen senkt die Nutzung von ICT einerseits Decision Information Costs, ermöglicht aber andererseits Dezentralisation, indem Agency Costs gemindert werden. Die resultierende Verteilung von Entscheidungsrechten hängt von der Frage ab, welcher Effekt bei der Nutzung von ICT überwiegt.

Die vorliegende Studie analysiert, ob ICT mit Zentralisierungs- oder Dezentralisierungstendenzen in Unternehmen einhergeht. Für diese Fragestellung werden zwei Erhebungen der Schweizerischen Konjunkturforschungsstelle (KOF) der ETH Zürich verwendet. Sie sind ein national repräsentatives Sample für den privaten Schweizer Wirtschaftssektor. Ausgehend von diesen Wellen wird ein Paneldatensatz mit zwei Perioden gebildet, das Firmen mit mindestens 20 Beschäftigten enthält.

Im Gegensatz zu diversen bisherigen Studien erlauben diese Daten, explizit zwischen Zentralisierungs- und Dezentralisierungstendenzen zu unterscheiden. Frühere Studien sind oft auf den allgemeinen Zusammenhang zwischen ICT und Organisationsstruktur fokussiert (z.B. Heintze/Bretschneider (2000)). Im Gegensatz zu verschiedenen Studien, die sich auf spezifische Industrien oder Firmen konzentrieren (z.B. Greenan (2003) und Pinsonneault/Kraemer (1997)), wird für die vorliegende Studie ausserdem ein gross angelegter repräsentativer Datensatz verwendet, der alle Unternehmensgrössen und Wirtschaftssektoren enthält. Schliesslich bilden die ICT-Variablen, die in dieser Studie verwendet werden, verschiedene ICT-Eigenschaften ab und erlauben daher ein breites Bild der ICT Verwendung in Unternehmen. Dies erlaubt, zwischen einzelnen Effekten von diversen ICT-Eigenschaften zu differenzieren.

Wenn der Einfluss von ICT auf die Verteilung von Entscheidungsrechten untersucht wird, gibt es vor allem zwei Quellen für potentielle Verzerrungen in den Schätzungen: Erstens kann die Organisationsstruktur eines Unternehmens die Verwendung von ICT ermöglichen. Zum Beispiel kann eine dezentralisierte Verteilung von Entscheidungsrechten helfen, die

Vorteile der Email-Nutzung auszuschöpfen, da die Beschäftigten direkt miteinander kommunizieren können. Dies könnte den Anteil der Arbeitnehmer erhöhen, die Emails nutzen. Um dieses Problem der umgekehrten Kausalität zu vermeiden, werden die ICT-Variablen verzögert verwendet. Zweitens können unbeobachtbare Firmencharakteristika, die nicht von den Kontrollvariablen erfasst werden, die aber mit der Verteilung von Entscheidungsrechten und ICT korreliert sind, zu Schätzverzerrungen führen. Zum Beispiel kann ein Typ von Managern eine Präferenz haben, Innovationen auszuprobieren. Er führt daher sowohl ICT ein und organisiert die Entscheidungsrechte dezentraler. Nach bestem Wissen der Autorin werden umgekehrte Kausalität und unbeobachtbare Firmeneigenschaften bislang nur in den Studien von Acemoglu et al. (2007) und Bloom et al. (2009) berücksichtigt.

Daher ist die methodische Vorgehensweise dieses Forschungsprojekts folgendermassen: In einem ersten Schritt wird ein gepooltes OLS Modell geschätzt. Unter Verwendung der Panel-Struktur der Daten werden im nächsten Schritt Random und Fixed Effects Modelle geschätzt. Da diese Schätzverfahren nicht immer unproblematisch sind, wird als Kommiss zusätzlich der Ansatz von Mundlak (1978) angewendet.

Dieser Forschungsbericht fährt folgendermassen fort: Im zweiten Kapitel wird der theoretische Hintergrund dargestellt. Danach werden in Kapitel 3 verschiedene empirische Studien, die die Forschungsfrage betreffen, vorgestellt. Kapitel 4 führt in die Daten, Variablen und deskriptiven Statistiken ein, gefolgt von einer Beschreibung der ökonometrischen Ansätze, die in in diesem Projekt angewendet werden. Die Ergebnisse dieser Modelle werden detailliert im folgenden Unterkapitel präsentiert. Der Forschungsbericht schliesst mit einem Fazit in Abschnitt 5.

## **2 Theoretische Betrachtungen**

### **2.1 ICT und die Verteilung von Entscheidungsrechten**

Aus theoretischer Sicht wird sowohl argumentiert, dass es einen kausalen Zusammenhang zwischen ICT und der Verteilung von Entscheidungsrechten gibt, wie auch, dass kein Zusammenhang zwischen beiden Aspekten besteht. Entsprechend dem ersten Ansatz wird angenommen, dass die Verwendung von ICT zu einer Veränderung der organisatorischen Architektur führt (z.B. Huber (1990)). Diese Sichtweise wurde zuerst in Bereichen der

Organisationsforschung wie der Kontingenztheorie oder der Arbeit der Aston Group<sup>3</sup> vertreten. Nach diesem sogenannten "technologischen Determinismus" (Greenan (2003)) oder "technologischen Imperativ" (George/King (1991)) ist sowohl eine Förderung von Zentralisation wie auch von Dezentralisation möglich. Die Argumentation, warum die Kausalität in diese Richtung führt, basiert hauptsächlich auf der Tatsache, dass die Preise für ICT in den vergangenen Jahrzehnten dramatisch gefallen sind (Brynjolfsson/Hitt (1998), Brynjolfsson/Hitt (2000)). Es gibt jedoch keine Evidenz für einen ähnlichen Preisrückgang bei organisatorischen Veränderungen (Hempell/Zwick (2008)). Folglich resultierte der Preisrückgang für ICT in einer simultanen Entwicklung hin zur Verwendung von ICT und Reorganisation (Bresnahan/Brynjolfsson/Hitt (2002)). Verbunden mit einem zunehmendem Gebrauch von ICT fielen auch die Kosten für Koordination, Kommunikations- und Informationsverarbeitung (Brynjolfsson/Hitt (2000), Malone (1997)). Demzufolge ermöglicht ICT die Einführung von fortgeschrittenen Organisationsstrukturen und -instrumenten (Malone (1997), Pinsonneault/Kraemer (1997)).

Zweitens wird argumentiert, dass es gar keinen inheränten Zusammenhang zwischen ICT und organisatorischem Wandel gibt. Demnach entwickeln sich beide Bereiche simultan aufgrund des Einflusses von anderen Faktoren, wie die interne oder externe ökonomische Struktur einer Unternehmung (z.B. herausfordernde Umweltbedingungen) oder das Aufgabenumfeld (Brynjolfsson/Hitt (1998), Delehanty (1967), George/King (1991), Myers (1966), Robey (1977)). Auch können sich anstatt einer einzelnen Reaktion auf ICT eine Bandbreite von Managementeffekte einstellen, wobei andere Faktoren den Zusammenhang schlussendlich determinieren (Attewell/Rule (1984)).

## 2.2 Zentralisierungs- versus Dezentralisierungstendenzen

In diesem Abschnitt liegt der Fokus auf dem erwarteten Einfluss von ICT auf das Organisationsdesign. Genauer gesagt wird betrachtet, ob ICT eher Zentralisation oder Dezentralisation fördert. ICT beeinflusst die Komponenten der internen Koordinationskosten in Unternehmen. Interne Koordinationskosten entstehen aufgrund von eigennützigem Präferen-

---

<sup>3</sup>Entsprechend der Kontingenztheorie hängt die optimale Verteilung von Entscheidungsrechten - oder allgemein organisatorisches Design - von internen oder externen Determinanten ab. Vertreter der Kontingenztheorie (z.B. Blau et al. (1976), Marsh/Mannari (1981), Woodward (1981)) und die Aston Group (z.B. Child/Mansfield (1972), Hickson/Pugh/Pheysey (1969)) sprechen sich für eine kausale Verbindung von Technologie zur Organisationsstruktur aus. Im Gegensatz zu Verfechtern der Kontingenztheorie fand die Aston Group jedoch einen stärkeren Zusammenhang zwischen der Unternehmensgröße und der Organisationsstruktur als zwischen der Technologie und der Organisationsstruktur.

zen des Prinzipals und des Agenten (Jensen/Meckling (1976), Alchian/Demsetz (1972)). Diese Kosten enthalten Agency Costs, Monitoring Costs, Bonding Costs und Residual Costs. Zudem bestehen sie aus Decision Information Costs wie Informationsverarbeitungskosten (für Kommunikation und Dokumentation) sowie Opportunitätskosten aufgrund schlechter Information (Gurbaxani/Whang (1991)). ICT reduziert sowohl Decision Information als auch Agency Costs.

Einerseits senkt ICT Decision Information Costs und fördert dadurch Zentralisation. Dieser Zentralisierungseffekt geschieht auf unterschiedliche Weise (z.B. Leavitt/Whisler (1958), Bolton/Dewatripont (1994)): Erstens führt die intensive Reduktion von Informations- und Kommunikationskosten zu einer Umwandlung von spezifischer in allgemeine Information (Jensen/Meckling (1992)). Als Folge ist es für den Prinzipal möglich, die Manager und die Aktivitäten dezentraler Teams mit geringen Kosten zu überwachen (Colombo/Delmastro (2004)). Er kann sowohl Arbeitsergebnisse von Untergeordneten mit Hilfe von Expertensystemen überwachen, wie auch Anweisungen per ICT übermitteln. Es ist also zu erwarten, dass weniger Ineffizienzen im Kommunikationsprozess und geringere Informationskosten zu einer zentralisierteren Verteilung von Aufgaben und Entscheidungsrechten führen (Radner (1993)). Darüber hinaus ist das Topmanagement weniger von Managern der mittleren Hierarchieebene abhängig, da Informationen einfacher und schneller verfügbar sind. Da ICT Zentralisation erleichtert, wird die Verteilung von Entscheidungsrechten eher im Topmanagement zentralisiert (Leavitt/Whisler (1958)). Diese Argumente können als der *Decision Information Costs Effekt* zusammengefasst werden.

Andererseits senkt ICT auch Agency Costs und macht dadurch Dezentralisation vorteilhafter. Verschiedene Zusammenhänge können zu diesem Effekt führen (z.B. Radner (1993), Wyner/Malone (1996)): Erstens erhalten Beschäftigte und untergeordnete Manager Zugang zu Informationen, die bislang dem Prinzipal vorbehalten waren. Dies ermöglicht den Beschäftigten, unabhängig Entscheidungen zu treffen. Es motiviert sie zudem, mehr Initiative und Einsatz zu zeigen. Zweitens hat der Prinzipal die Möglichkeit, den Agenten indirekt per Computer zu überwachen (Hubbard (2000)). Folglich kann er Entscheidungen delegieren und ist trotzdem in der Lage, die Agenten zu überwachen und in kritischen Situationen einzugreifen. Schliesslich reduziert ICT auch die Kosten für laterale Kommunikation. Dies ermöglicht den Beschäftigten, in Teams zu arbeiten. Auf diese Weise senkt ICT Kommunikations- und Transaktionskosten (Brynjolfsson/Hitt (2000)) und ermöglicht daher die vermehrte Verwendung von Multitasking und Dezentralisation (Lindbeck/Snowder (2000)). ICT hilft also, Flexibilität in Firmen einzuführen (Lucas/

Baroudi (1994)). Diese Argumentationsstränge können als der *Agency Costs Effekt* von ICT auf die Verteilung von Entscheidungsrechten zusammengefasst werden.

Folglich führt ICT-Nutzung sowohl zu einer Reduktion der Decision Information als auch der Agency Costs. Die daraus resultierende Verteilung von Entscheidungsrechten hängt von der Rolle der lokalen Information wie auch von der Kostenstruktur der individuellen Unternehmung ab. Wenn lokale Information sehr wichtig ist, wird der Prinzipal Entscheidungen an den Agenten delegieren anstatt sie zu kommunizieren, so lange das Anreizproblem gering ist (Baker/Gibbs/Holmstrom (1994), Brynjolfsson/Hitt (2003), Dessein (2002), Hart/Moore (2005)). Hieraus entsteht schliesslich ein Trade-off, der als das Dilemma der Organisationstheorie bekannt ist (z.B. Aghion/Tirole (1997), Melumad/Mookherjee/Reichelstein (1992), Mookherjee (2006)). Gemäss der Kostenstruktur der individuellen Unternehmen sollte der Delegationsgrad dort liegen, wo die Summe von Agency und Decision Information Costs minimiert wird (Gurbaxani/Whang (1991)). In anderen Worten: Wenn aufgrund von ICT die relevanten Informationen die Qualität und Geschwindigkeit von Entscheidungen der Vorgesetzten erhöht, resultiert Zentralisation. Im Gegensatz dazu werden Entscheidungsrechte eher dezentralisiert, wenn ICT die Möglichkeit verbessert, Beschäftigte zu überwachen und Agency Costs reduziert (Gurbaxani/Whang (1991)).

Aus den oben dargelegten Argumentationsstränge können schliesslich zwei Hypothesen abgeleitet werden. Gemäss der ersten Hypothese überwiegt der *Decision Information Costs* den *Agency Costs Effekt* wenn ICT verwendet wird, was in zentralisierten Entscheidungsrechten resultiert. Hierbei würden wir einen negativen Einfluss von ICT auf die Verteilung von Entscheidungsrechten erwarten. Dagegen führt ICT entsprechend der zweiten Hypothese zu mehr Delegation und Dezentralisierung, wenn der *Agency Costs* den *Decision Information Costs Effekt* überwiegt.

Da die theoretischen Vorhersagen bezüglich des Zusammenhangs zwischen ICT und der Verteilung von Entscheidungsrechten nicht widerspruchsfrei sind, ist die Zielsetzung des vorliegenden Projekts, empirisch zu untersuchen, ob ICT mit Zentralisierungs- oder Dezentralisierungstendenzen einhergeht. Der folgende Abschnitt enthält die relevante empirische Literatur, die sich auf diese Fragestellung bezieht.

### 3 Literatur

Empirische Untersuchungen mit Bezug zur Fragestellung dieses Projekts können grundsätzlich in drei Bereiche unterteilt werden. Studien aus dem ersten Bereich untersuchen generell den Zusammenhang zwischen ICT und Organisationsstruktur. Die Art der Struktur wird dabei nicht beachtet. Empirische Untersuchungen aus dem zweiten und grössten Bereich konzentrieren sich explizit darauf, ob ICT mit Zentralisations- oder Dezentralisationstendenzen verbunden ist. Schliesslich enthält der dritte Bereich Studien, die getrennt die Effekte verschiedener Arten von ICT auf Zentralisation oder Dezentralisation untersuchen.

Studien aus dem ersten Bereich analysieren allgemein ob eine Verbindung zwischen ICT und der Unternehmensorganisation besteht. Zuerst wurde diese Forschungsfrage mit Hilfe von Korrelationen (z.B. Pfeffer/Leblebici (1977)) und Fallstudien untersucht. Laut Foster/Flynn (1984) beeinflusst im Falle von General Motors die Informationstechnologie organisatorische Rollen und Aufgaben. Die Verbindung zwischen Technologie und Struktur wird auch in einer Studie von Carter (1984) betrachtet, der die Effekte der Computerisierung auf die Struktur von Zeitungsunternehmen analysiert. Der Einfluss hängt von der verwendeten Aufgabe ab, wobei die Organisationsgrösse eine Mediatorvariable darstellt. Burnes (1988) verwendet Fallstudien von neun Ingenieurbüros für seine Analyse und folgert, dass CNC<sup>4</sup>-Maschinen die Arbeitsgestaltung nicht beeinflussen.

Nachdem der Zusammenhang von ICT und dem Organisationsdesign vor allem mit Fallstudien untersucht wurde, werden erste Regressionsanalysen durchgeführt. Kelley (1990) findet heraus, dass die Technologie nur eine von mehreren Determinanten des Job Desings ist. Der Autor führt eine multivariate Regressionsanalyse anhand einer nationalen Umfrage unter 506 Produktionsmanagern durch. Heintze/Bretschneider (2000) finden in ihrer Untersuchung öffentlicher Behörden mit Hilfe von two-stage least-squares Schätzungen nur geringen Einfluss von IT auf die Struktur öffentlicher Behörden.

Empirische Untersuchungen aus dem zweiten Bereich unterscheiden explizit zwischen Zentralisations- und Dezentralisationstendenzen von ICT. Verschiedene Studien aus diesem Bereich sind auf spezifische Industrien fokussiert. Wijnberg/van den Ende/de Wit (2002) führen zwei Fallstudien im Finanzsektor durch, um den Einfluss neuer IT auf die Einbeziehung der Mitarbeiter zu untersuchen und finden gemischte Resultate.

---

<sup>4</sup>CNC: Computer numerically controlled

Drei weitere Studien konzentrieren sich auf die verarbeitende Industrie. In einer Dänischen Fallstudie wird AMT<sup>5</sup> als Treiber der gruppen-basierten Arbeitsorganisation gesehen, wobei auch eine Anzahl weiterer Faktoren organisatorische Veränderungen beeinflusst (Sun/Gertsen (1995)). Gupta/Chen/Chiang (1997) stellen eine positive Wechselwirkung zwischen AMT und Dezentralisation fest. Greenan (2003) untersucht mit Hilfe von Korrelationen den Zusammenhang zwischen technologischem und organisatorischem Wandel. Sie verwendet die Umfrage für organisatorischen Wandel in der verarbeitenden Industrie (Changement Organisationnel), die mit 1824 Unternehmen mit mehr als 50 Beschäftigten 1993 von SESSI und INSEE durchgeführt wurde.<sup>6</sup> Variablen bezüglich dem technologischen Wandel betreffen die Verwendung von Computer-gestützten Systemen wie CAPC, CADM, CASC oder CAMM, rechnerübergreifende und nicht-übergreifende NCMT sowie Roboter.<sup>7</sup> Der organisatorische Wandel wird mit Hilfe von Informationen zu Dezentralisierung, Integration, höherer technischer Expertise, nicht angeschlossenen Arbeitsgruppen, autonomen Arbeitsgruppen und Hierarchieabbau abgebildet. Die Ergebnisse zeigen insgesamt positive Korrelationen zwischen verschiedenen Formen technologischen Wandels und Reorganisationen.

Einige weitere Studien schliessen verschiedene Sektoren in ihre Analyse ein. Hitt/Brynjolfsson (1997) verwenden mehrere Datenquellen: Daten zur Verwendung von IT und Technologie entstammen der Telefonumfrage der Computer Intelligence Corporation Installation Datenbank. Human Resource Instrumente werden mit Hilfe einer selbst durchgeführten Telefonumfrage unter 273 Firmen erfragt. Schliesslich liefern die Compustat Daten zusätzliche Unternehmensinformationen. Die IT-Masse sind der gesamte Kapitalstock von IT, die gesamte Rechenleistung in Millionen Anweisungen pro Sekunde, die Anzahl der PCs, die Anzahl der Knotenpunkte der lokalen Rechnernetze sowie ein Fünf-Punkte-Mass für die Computerisierung des Arbeitsplatzes aus der HR Umfrage. Zudem unterscheiden die Autoren zwischen struktureller und individueller Dezentralisation. Das erste Dezentralisationsmass bezieht sich auf selbststeuernde Gruppen, Teams zur Mitarbeiterbeteiligung und umfassende Arbeitsplätze. Das zweite Mass, individuelle Dezentralisation, bezieht sich auf Arbeitsmethode und -geschwindigkeit. Zusätzlich werden zusammengesetzte Variablen dieser Masse gebildet. Während für die Beschäftigung von Produktionsmitarbeitern und

---

<sup>5</sup>AMT: Fortgeschrittene Produktionstechnologie

<sup>6</sup>SESSI: Service des études et des statistiques industrielles (Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie, INSEE: Institut national de la statistique et des études économiques (Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie)

<sup>7</sup>CADM: Computergestützte Konstruktion und Anfertigung, CAPC: Rechnergestützte Betriebsleitung, CASC: rechnergestützte Lagerüberwachung, CAMM: Rechnergestütztes Management von Wartung und Instandsetzung, NCMT: Numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen

die Organisationsgrösse kontrolliert wird, werden bedingte Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman zwischen Reorganisation und IT-Massen berechnet. Die Autoren finden signifikante Korrelationen, die über Industrien und verschiedene Masse hinweg konsistent sind. Für den Fall, dass Unternehmen in ICT investieren, nutzen sie ebenso auch ein System dezentralisierter Autorität und weiterer damit verbundener Methoden.

In einer nächsten Studie erweitern die Autoren ihre Analyse bezüglich Daten und Methoden (Brynjolfsson/Hitt (1998)). Zusätzlich zum vorhergehenden Projekt werden Informationen zur Unternehmensperformance (Paneldaten von Compustat) und zu Weiterbildungsinvestitionen, Bildung, Anreizen und Beförderungskriterien (erhoben mit einer eigenen Umfrage) erfasst. Der Grossteil der Analysen wird mit einer Stichprobengrösse von 379 Unternehmen durchgeführt. Über das ursprüngliche Projekt hinaus schätzen die Autoren nun Nachfragegleichungen für IT, da sie annehmen, dass organisatorischer Wandel eine exogene Determinante von IT ist. Indem die Koeffizienten als Nachfrageelastizitäten interpretiert werden, finden die Autoren heraus, dass dezentralisierte Unternehmen eine höhere Nachfrage nach IT haben und ihre Nachfrage nach IT mit einem höheren Grad steigern als zentralisierte Unternehmen.

Caroli/Van Reenen (2001) sind vorrangig am Skill-biased Organizational Change in Britischen und Französischen Betrieben interessiert. Allerdings wird auch der Einfluss von ICT auf organisatorischen Wandel betrachtet. Daten zu britischen Firmen entstammen dem gepoolten British Workplace Industrial Relations Survey aus den Jahren 1984 und 1990. Zusätzliche Informationen über Einkommen, Bildung und Erwerbstätigkeit werden aus dem General Household Survey verwendet. Die französischen Daten entstammen vier verschiedenen Quellen<sup>8</sup>. Für Grossbritannien ist die abhängige Variable eine Dummy Variable, die den Wert 1 annimmt, wenn der Betrieb in den vergangenen drei Jahren reorganisiert hat, in Frankreich, ob die Fabrik zwischen 1989 und 1992 Hierarchieebenen abgebaut hat. Die zentralen erklärenden Variablen sind ein Dummy dafür, ob die Fabrik in den vergangenen drei Jahren Maschinenanlagen im Betrieb oder Ausrüstung eingeführt hat, die neue mikroelektronische Technologie beinhaltet (Grossbritannien) und der Anteil der Beschäftigten, die neue Technologien verwenden (Frankreich). Die Autoren führen eine Probit Maximum Likelihood Regression mit 1674 bzw. 1014 Beobachtungen durch. Sie finden heraus, dass in Grossbritannien, im Gegensatz zu Frankreich, technologischer

---

<sup>8</sup>Relations Professionnelles et Négociations d'Entreprise (RESPONSE) für organisatorische Massnahmen wie Hierarchieabbau, ESE für die Beschäftigungsstruktur, Enquête Emploi Informationen für Informationen zur Bevölkerung und Bilans Industriels et Commerciaux für Daten auf der Unternehmensebene wie den Kapitalstock oder den Wertzuwachs

Wandel stark mit organisatorischem Wandel korreliert ist. In Frankreich ändern hochtechnologisierte Unternehmen dagegen eher ihre Organisationsstruktur.

In einer Studie von Acemoglu et al. (2007) werden drei Datensätze von britischen und französischen Betrieben für Probit Maximum Likelihood Schätzungen verwendet. Dezentralisationsmasse sind Organisation in Profit-Center, Dezentralisierung von Investitionsentscheidungen und Hierarchieabbau. Um für umgekehrte Kausalität zu kontrollieren, werden die exogenen Variablen verzögert verwendet. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass Firmen nahe der technologischen Grenze dezentraler organisiert sind.

Schliesslich betrachten Studien aus dem dritten Bereich nicht nur Zentralisations- oder Dezentralisationstendenzen, sondern untersuchen auch, ob der Effekt mit der Art der ICT variiert. Pinsonneault/Kraemer (1997) verwenden hierarchische Regressionen um Daten von 155 Stadtregierungen zu untersuchen. Die abhängige Variable ist die Anzahl mittlerer Manager geteilt durch die gesamte Anzahl der Manager. Die unabhängigen Variablen sind vier Indizes für das Ausmass der Automatisierung bezüglich Kontrolle, Koordination, Effizienz und Zugang. Entscheidungskompetenz bezüglich EDV dient als Moderator-, Organisationsgrösse als Kontrollvariable. Gemäss den Autoren hängt IT in zentralisierten Organisationen mit einer geringeren Rate mittlerer Managern zusammen, in dezentralisierten mit einer höheren. Die Ergebnisse deuten ausserdem darauf hin, dass verschiedene IT-Formen unterschiedlichen Einfluss auf den Anteil der mittleren Führungskräfte ausüben. IT, das sich auf Koordination bezieht, geht mit einer geringen Zahl mittlerer Führungskräfte einher, wohingegen IT als Überwachungseinrichtung eine höhere Zahl mit sich bringt. Der Effekt von IT, das auf eine höhere Effizienz ausgerichtet ist, ist nicht klar und hängt davon ab, welche Rolle mittlere Führungskräfte in der Organisation inne haben. Im Grossen und Ganzen interpretieren die Autoren ihre Ergebnisse als Bestätigung für die Reinforcement Politics Perspektive, wonach die Einflüsse von IT von den strukturellen Gegebenheiten der Organisation sowie der Übereinstimmung zwischen diesen Strukturen abhängig sind.

Bloom et al. (2009) verwenden in ihrem Working Paper Daten von der Umfrage des Center for Economic Performance Management and Organization und dem Harte-Hanks ICT Panel, die von weiteren Datenquellen vervollständigt werden. Indem sie OLS und Probit Maximum Likelihood Modelle schätzen, finden sie heraus, dass Informations- und Kommunikationstechnologien unterschiedliche Effekte auf die Unternehmensorganisation ausüben. Während Informationstechnologien Informationskosten senken und dadurch Delegation ermöglichen, fördert ein geringerer Grad an Kommunikationskosten Zentralisation. Hierbei drückt die Nutzung von Enterprise Resource Planung für Betriebsleiter und CAD/CAM

für Produktionsarbeiter bessere Informationstechnologien aus. Die Verwendung von Daten-netzwerken steht für geringere Kommunikationskosten. Die Autoren berücksichtigen po-tentielle Endogenität: In einer erweiterten Gleichung wird eine Variable für länderspezi-fische Netzwerkpreise auf die Autonomie der Betriebsleiter regressiert. Die Koeffizienten zeigen dabei das erwartete positive Vorzeichen. Insofern als Bloom et al. (2009) zwischen verschiedenen ICT-Formen unterscheiden, hat die vorliegende Untersuchung Bezüge zu der Studie dieser Autoren. Allerdings trennen sie ICT in Informations- und Kommunika-tionstechnologien auf. Im Gegensatz dazu betrachtet das vorliegende Forschungsprojekt verschiedene Eigenschaften von ICT.

Zusammenfassend sind die Ergebnisse bezüglich des Zusammenhangs zwischen ICT und organisatorischem Wandel recht gemischt. Etliche der oben genannten Studien beziehen sich auf spezifische Industrien oder Firmen. Dadurch können keine generellen Schlüsse gezogen werden. Ausserdem wird die Forschungsfrage in einem grossen Teil der em-pirischen Untersuchungen anhand von Korrelationen oder OLS Regressionen analysiert. Umgekehrte Kausalität und unbeobachtbare Firmeneigenschaften als Quellen für poten-tielle Schätzverzerrungen werden überwiegend nicht berücksichtigt (ausser in den Studien von Acemoglu et al. (2007) und Bloom et al. (2009)).

Die Innovation der vorliegenden Studie kann daher folgendermassen zusammengefasst wer-den: Erstens untersucht die Studie gemeinsam die Forschungsfragen der oben genannten Gebiete. Sie analysiert, ob es überhaupt einen Zusammenhang zwischen ICT und organi-satorischem Wandel gibt. Ausserdem überprüft sie, ob ICT mit Zentralisations- oder Dezentralisationstendenzen in Unternehmen einhergeht. Zudem werden einzelne Effekte verschiedener ICT-Masse betrachtet. Zweitens enthält der national repräsentative Daten-satz, der für die vorliegende Studie verwendet wird, Informationen über diverse Indu-strien, während frühere Studien oftmals auf eine Industrie oder ein Unternehmen fokussiert sind. Dies erlaubt einen breiteren Blick auf die Verwendung von ICT. Schliesslich wer-den, im Gegensatz zu den meisten vorhergehenden Studien, die potentiellen Quellen für Schätzverzerrungen umgekehrte Kausalität und unbeobachtbare Firmeneigenschaften in der vorliegenden Arbeit berücksichtigt.

## 4 Empirische Untersuchung

### 4.1 Daten, Variablen und deskriptive Statistiken

Für die empirische Untersuchung werden Firmendaten der Schweizer Konjunkturforschungsstelle (KOF) von der ETH Zürich verwendet. Die KOF führt regelmässig national repräsentative Umfragen für den privaten Wirtschaftssektor durch, die umfassende Fragen zu Firmeneigenschaften enthalten. Die Stichprobe der KOF basiert auf der Betriebszählung und ist nach Branchen und branchenspezifischen Grössenklassen geschichtet. Für die vorliegende Analyse enthalten die Wellen 2005 und 2008 der Erhebung "Innovationsaktivitäten, Informationstechnologien und Arbeitsorganisation" Fragen, die besonders geeignet für die Bearbeitung des Forschungsprojekts sind. Fragen bezüglich der Verwendung von ICT in Unternehmen können zusätzlich aus der Welle 2000 der Erhebung "Organisatorischer Wandel und Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien" entnommen werden. Die Umfragen bieten insbesondere für ICT eine vielfältigere Datengrundlage als vergleichbare Erhebungen in anderen Ländern. Die Analyse beschränkt sich auf Unternehmen mit mindestens 20 Beschäftigten, da nur sie zur Verteilung von Entscheidungsrechten befragt werden.

Die abhängige Variable ist ein Mass für die Verteilung der Entscheidungsrechte am Arbeitsplatz. Sieben Fragen, die mit einer Fünf-Punkte Likert-Skala erhoben werden, beziehen sich auf die Verteilung der Kompetenzen innerhalb der Unternehmung. Sie decken verschiedene Bereiche der Kompetenzverteilung zwischen Vorgesetztem und Untergebenem ab. Eine Frage lautet beispielsweise: "Wer legt das Arbeitstempo fest?". Antwortkategorien reichen von "Mitarbeiter allein" bis "Vorgesetzter allein". Alle Fragen bezüglich der Kompetenzverteilung am Arbeitsplatz finden sich in Tabelle A 1 im Anhang. Sie werden zur Bildung der Indexvariablen *delegation* verwendet, indem die Antwortkategorien zu 0 bis 4 transformiert, die Antworten aufsummiert und schliesslich durch 28 geteilt werden, so dass die Variable zwischen 0 und 1 normiert ist. Ein Unternehmen mit einer Ausprägung von *delegation* näher bei 1 hat daher eine dezentralisiertere Verteilung von Entscheidungsrechten und umgekehrt.

Ein grosser Bereich der Fragen bezieht sich auf die Nutzung von ICT. Verschiedene ICT-Variablen werden verwendet, um ein umfassendes Bild der ICT-Nutzung in jedem Unternehmen zu erhalten. Die erste Variable wird folgendermassen gebildet: Die Unternehmen werden gefragt, ob sie digitale Assistenten (Organizer, PDA, usw.), Laptop,

Internet, lokale Netzwerke, EDI, Intranet, Extranet oder Website verwenden oder nicht. Diese binären Variablen werden aufaddiert, um die Variable  $ict$  zu erhalten, die die Vielfalt der ICT-Verwendung wiedergibt. In drei weiteren Fragen wird der Anteil der Beschäftigten, die Computer, Intranet und Extranet nutzen, erfragt. Hierbei gibt es sechs verschiedene Antwortkategorien, die bei 0% beginnen und in Schritten von 20% aufsteigen, bis ein Anteil von 100% erreicht wird. Die Antworten dieser drei Fragen werden wiederum aufaddiert um die Variable  $ictshare$  zu erhalten, die als Indikator für die Verbreitung der Verwendung von Computer, Internet und Intranet dient. Schliesslich werden die Investitionen in ICT pro Kopf (Acemoglu et al. (2007)) anhand folgender Gleichung 1 berechnet:

$$ictpc = (invest * ictinvest) / L, \quad (1)$$

wobei die gesamten Investitionen ( $invest$ ) mit dem Anteil der Investitionen in ICT an den Gesamtinvestitionen in den vergangenen drei Jahren ( $ictinvest$ ) multipliziert und durch die Anzahl der Beschäftigten, die im Unternehmen arbeiten ( $L$ ), geteilt werden. Diese Variable dient als Indikator für die Intensität der Investitionen in ICT. Leider kann sie aufgrund fehlender Daten in der Umfrage von 2000 nicht verzögert verwendet werden.

Die Informationen dieser einzelnen Variablen werden kombiniert, um zwei umfassende Masse für ICT zu generieren, die verschiedene Eigenschaften der ICT-Nutzung abdecken. Dazu wird die Variable  $stdict$  gebildet, indem die Summe der standardisierten einzelnen ICT-Variablen standardisiert wird (Bresnahan/Brynjolfsson/Hitt (2002)):

$$stdict = std(std(ict) + std(ictshare) + std(ictpc)). \quad (2)$$

Um eine weitere exogene Variable zu erhalten, wird anstelle der kombinierten Nutzung von Computer, Internet und Intranet nur der Anteil der Beschäftigten verwendet, der Computer nutzt. Die Variable  $stdictcompu$  wird dann wiederum gebildet, indem die Summe der standardisierten Komponenten  $ict$ ,  $compushare$  und  $ictpc$  standardisiert wird, wie Gleichung 3 zeigt:

$$stdictcompu = std(std(ict) + std(compushare) + std(ictpc)). \quad (3)$$

Die daraus entstehenden Variablen  $stdict$  und  $stdictcompu$  decken verschiedene Aspekte ab und liefern daher ein umfangreiches Bild der Vielfalt, Verbreitung und Intensität der ICT-Nutzung in jedem Unternehmen.

Mit Hilfe einer Reihe von Kontrollvariablen wird die beobachtbare Heterogenität zwischen den Unternehmen berücksichtigt. Der natürliche Logarithmus der Unternehmensumsätze am Standort Schweiz ( $\ln Y$ ) und der natürliche Logarithmus der Bruttoinvestitionen ( $\ln K$ ) sind erklärende Variablen (Brynjolfsson/Hitt (1998), Caroli/Van Reenen (2001)). Entsprechend der bestehenden Literatur tendieren grössere Unternehmen eher zu mehr Dezentralisierung (z.B. Caroli/Van Reenen (2001), Colombo/Delmastro (2004)). Daher wird auch der natürliche Logarithmus der Anzahl der Beschäftigten inklusive Auszubildenden ( $\ln L$ ) in alle Gleichungen eingesetzt. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass jüngere Unternehmen eher eine dezentralisierte Arbeitsorganisation haben (Acemoglu et al. 2007). Daher ist das Gründungsjahr der Unternehmung eine weitere Variable. Eine Dummy Variable, die den Wert 1 annimmt, wenn das Unternehmen einen fremden (ausländischen) Eigentümer hat, 0 sonst (*foreign*), wird eingefügt, um den potentiellen Effekt eines komplexeren Produktionsprozesses zu berücksichtigen (Acemoglu et al. (2007)). Es wird angenommen, dass wettbewerbsintensivere Umgebungen dezentralisierte Strukturen fördern (z.B. Acemoglu et al. (2007), Ichniowski/Shaw (1995), OECD (1999), Osterman (1994)). Daher ist der Anteil der Exporte als Prozentsatz am Umsatz (*exportshare*) eine weitere Kontrollvariable.

Da fortgeschrittene Arbeitsorganisation oft mit einer gut ausgebildeten Belegschaft in Verbindung gebracht wird (z.B. Bloom et al. (2009), Hempell/Zwick (2008)), wird der Anteil der Akademiker und der Beschäftigten mit einer Ausbildung höher als eine Lehre als Prozentsatz an der gesamten Belegschaft (*highedu*) integriert. Nach Brown/Geddes/Heywood (2007) erhöhen komplementäre HR Instrumente wie formale Weiterbildung und Anreizentlohnung die Wahrscheinlichkeit, Pläne zur Beteiligung der Mitarbeiter zu haben<sup>9</sup>. Da die Fragebögen Information über die Bedeutung verschiedener Formen der Arbeitszeitflexibilisierung wie Teilzeitbeschäftigung, Temporärbeschäftigung oder variable Jahresarbeitszeit enthalten, kann dies integriert werden. Die Fragen werden auf einer Fünf-Punkte Likert-Skala beantwortet, die von keiner (0) zu einer sehr grossen Bedeutung (5) reicht und zu Dummy Variablen konvertiert werden, die den Wert 1 annehmen, wenn die Bedeutung mit 4 oder 5 angegeben wird, sonst 0 (*parttime01*, *temp01*, *flexitime01*).

Ausserdem wird angenommen, dass die Form der Anreizsysteme, besonders die Verwendung von Leistungsindikatoren für die Bestimmung der Löhne, mit mehr dezentralisierten Entscheidungsrechten einhergeht (Gittleman/Horrigan/Joyce (1998), Osterman (1994)). Daher wird die Bedeutung der individuellen Leistung, der Leistung der Arbeitsgruppe

---

<sup>9</sup>Nach ihrer Definition sind das z.B. autonome Gruppen, Qualitätszirkel, gemeinsame beratende Gremien und Task Forces.

**Tabelle 1: Deskriptive Statistiken der Variablen**

Variable	Mittelwert	Std.Dev.	Min	Max
<i>delegation</i>	0.34	0.14	0.00	0.79
<i>stdict</i>	-0.02	1.01	-2.24	15.70
<i>stdictcompu</i>	-0.02	1.02	-2.36	16.38
<i>ict</i>	5.76	1.70	0	8
<i>ictshare</i>	6.42	4.01	0	15
<i>compushare</i>	2.81	1.48	0	5
<i>ictpc</i>	5169.305	87742.82	0	2863300
<i>sales</i>	145,000,000	929,000,000	372,000	19,200,000,000
<i>L</i>	226	571	20	8630
<i>invest</i>	4,235,627	17,100,000	10	372,000,000
<i>fyear</i>	1942	41	1657	2005
<i>foreign</i>	0.16	0.37	0	1
<i>exportshare</i>	25.24	34.58	0.00	100.00
<i>highedu</i>	19.80	17.60	0.00	100.00
<i>parttime01</i>	0.24	0.43	0	1
<i>temp01</i>	0.21	0.41	0	1
<i>flexitime01</i>	0.27	0.45	0	1
<i>indwage01</i>	0.87	0.33	0	1
<i>teamwage01</i>	0.28	0.45	0	1
<i>firmwage01</i>	0.48	0.50	0	1
<i>training</i>	29.73	28.78	0.00	100.00

Die Berechnungen beziehen sich nur auf Firmen, die alle Frage der Regressionsanalyse in C4 und C5 beantwortet haben.

Der Stichprobenumfang beträgt  $N = 1068$ .

Quellen: KOF Innovationsumfrage (Wellen 2005 und 2008) und die Umfrage "Organisatorischer Wandel und Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien" (2000), eigene Berechnungen.

und der Firmenerfolg für die Festlegung der Lohnhöhe als Dummy Variablen erfasst. Diese Variablen werden wiederum auf einer Fünf-Punkte Likert-Skala erfasst. Sie nehmen den Wert 1 an, wenn die Unternehmen eine hohe oder sehr hohe Bedeutung zuweisen, indem sie die Antwortkategorien 4 oder 5 wählen, 0 sonst (*indwage01*, *teamwage01*, *firmwage01*). Der Anteil der Beschäftigten, die an internen und/oder externen Weiterbildungskursen teilgenommen haben (*training*), ist eine weitere Variable (Gittleman/Horrigan/Joyce (1998), Osterman (1994)). Schliesslich werden Dummy Variablen für sechs Regionen (*reg1-reg6*), sechs Sektoren (*sec1-sec6*) und ein Zeit Dummy (*t05*) in alle Gleichungen eingefügt. In Tabelle 1 finden sich deskriptive Statistiken für die vorgestellten Variablen.

## 4.2 Ökonometrische Modellierung

Als Ausgangspunkt wird zuerst eine gepoolte OLS Regression mit Cluster-robusten Standardfehlern geschätzt. Zwei der Variablen, die zur Bildung der *stdict* Variable genutzt werden, sind verzögert ( $t-1$ ) aus den Umfragen 2000 bzw. 2005, wodurch das Problem der umgekehrten Kausalität umgangen wird:

$$delegation_{it} = \beta_0 + \beta_1 stdict_{it-1} + \beta_2 X_{it} + \epsilon_{it}, \quad (4)$$

wobei  $delegation_{it}$  die abhängige Variable für die Verteilung der Entscheidungsrechte ist,  $stdict_{it-1}$  die Verwendung von ICT abbildet und  $X_{it}$  einen Vektor der Kontrollvariablen für Unternehmung  $i$  im Jahr  $t$  darstellt, um beobachtbare Heterogenität zu berücksichtigen.  $\epsilon_{it}$  ist der Fehlerterm, von dem angenommen wird, dass er normalverteilt mit dem Mittelwert 0 und endlicher Varianz ist. Um effiziente und unverzerrte Ergebnisse zu erzielen, müssen die erklärenden Variablen strikt exogen und unabhängig über die Beobachtungen hinweg sein (Greene (2008)).

Die Panelstruktur der Daten ermöglicht die Schätzung von Modellen, die für unbeobachtbare Firmeneigenschaften kontrollieren. Das Schätzmodell kann daher folgendermassen wiedergegeben werden:

$$delegation_{it} = \beta_0 + \beta_1 stdict_{it-1} + \beta_2 X_{it} + u_i + \epsilon_{it}. \quad (5)$$

Panelschätzung mit Random Effects nutzt zwar sowohl die Variation innerhalb wie auch zwischen den Unternehmen, aber erfordert - um unverzerrt und effizient zu sein - dass die Firmenheterogenität  $u_i$  nicht mit den Regressoren korreliert ist. Es ist unwahrscheinlich, dass diese Annahme erfüllt wird: Wenn zum Beispiel bestimmte Managertypen dazu tendieren, eine vielfältigere und intensivere Nutzung von ICT anzuwenden als andere Manager und wenn dieselbe Art von Managern gerne Entscheidungsrechte an untergeordnete Hierarchieebenen dezentralisiert, dann sind die ICT-Variablen nicht mehr exogen im Modell, was möglicherweise zu verzerrten Ergebnissen führt. Daher könnten die Ergebnisse über- oder unterschätzt werden.

Als Alternative kann ein Fixed Effects Modell geschätzt werden. Dieses Modell erlaubt, die Heterogenitätsverzerrung zu reduzieren und erfordert eine weniger starke Bedingung um unverzerrte und effiziente Ergebnisse zu erzielen: Die erklärenden Variablen dürfen mit dem zeit-invarianten Teil des Fehlerterms  $u_i$  korreliert sein, müssen aber unkorreliert mit dem

idiosynkratischen Fehlerterm  $\epsilon_{it}$  sein. Es ist also erlaubt, dass sie mit den unbeobachtbaren firmenspezifischen Effekten korreliert sind. Allerdings erfordert das Fixed Effects Modell genügend Variation innerhalb der Unternehmen über die Zeit, um zuverlässige Ergebnisse zu erhalten. Im vorliegenden Fall gibt es einige Kontrollvariablen, die ihre Grösse gar nicht oder über die Zeit nur sehr wenig ändern, wie das Gründungsjahr (*fyear*) oder ob die Unternehmung mehrheitlich in ausländischem Besitz ist (*foreign*). Wenn die Within-Variation zu klein ist, könnten die Ergebnisse des Fixed Effects Modells weniger effizient sein, da nur Information innerhalb und nicht zwischen der Gruppe der Unternehmen verwendet wird. Zusätzlich können in diesem Modell durch die Elimination der fixen Effekte, die nicht zeit-variant sind, nur Koeffizienten der zeit-varianten Variablen geschätzt werden (Greene (2008)).

Daher könnten sowohl Random als auch Fixed Effects Modell im vorliegenden Fall zu unzuverlässigen Ergebnissen führen. Um die oben erwähnten Schwächen zu umgehen, wird schliesslich der Ansatz von Mundlak (1978) als Erweiterung des Random Effects Modells verwendet, um die Heterogenitätsverzerrung zu senken. Hier wird angenommen, dass die eingefügten Mittelwerte über die Zeit die Korrelation zwischen dem Panel Fehlerterm und den erklärenden Variablen erklärt (Greene (2008)):

$$delegation_{it} = \beta_0 + \beta_1 stdict_{it-1} + \beta_2 X_{it} + \beta_3 \bar{Y}_i + u_i + \epsilon_{it}. \quad (6)$$

$\bar{Y}_i$  stellt die gemittelten zeit-varianten erklärenden Variablen für eine gegebene Unternehmung  $i$  dar. Dieser Ansatz wird verwendet, um die jeweiligen Schwächen der Random und Fixed Effects Modelle zu umgehen.

## 4.3 Ergebnisse

### 4.3.1 Kombinierte ICT-Variablen

Die zentralen Ergebnisse der geschätzten Modelle mit der Verwendung der kombinierten ICT-Variablen sind in Tabelle 2 zu sehen (die vollständigen Regressionsergebnisse mit allen Kontrollvariablen sind in den Tabellen A 2 und A 3 im Anhang abgebildet). Wie in den Spalten C1 und C5 dargestellt ist, wo die Ergebnisse des gepoolten OLS Modells gezeigt werden, haben beide ICT-Variablen *stdict* und *stdictcompu* ein positives Vorzeichen und

sind signifikant auf dem 1% Niveau. Die Höhe der Koeffizienten ist 0.021 für *stdict* und 0.022 für *stdictcompu*. Mit einem F-Wert von 9.00 und 9.03 bei der Verwendung von 1068 Observationen sind die Modelle insgesamt signifikant auf dem 1% Niveau.

Im nächsten Schritt wird ein Random Effects Modell geschätzt, das relativ starke Beschränkungen auferlegt. Hierbei ist keine Korrelation zwischen dem Fehlerterm und den Regressoren erlaubt, um konsistente und effiziente Ergebnisse zu erhalten. Wie in den Spalten C2 und C6 zu sehen ist, nimmt die Höhe der Koeffizienten leicht ab zu 0.019 und 0.020. Wieder haben sowohl *stdict* wie auch *stdictcompu* einen signifikant positiven Einfluss auf einem Signifikanzniveau von 1%. Entsprechend dem Wald Test sind beide Modelle signifikant auf dem 1% Niveau. Wie bereits angedeutet, könnten diese Ergebnisse jedoch verzerrt sein, wenn die nicht berücksichtigte Heterogenität mit den Regressoren korreliert ist.

Im Fixed Effects Modell ist es erlaubt, dass die unbeobachteten Firmeneigenschaften mit dem zeit-invarianten Teil des Fehlerterms korreliert sind. Nun verändern sich die Ergebnisse vollständig und beide ICT-Variablen verlieren ihre Signifikanz (siehe Spalten C3 und C7). Verglichen mit den vorangegangenen Schätzungen nehmen die  $R^2$ 's deutlich ab hin zu 0.0052 und 0.0058. Zwar sind die vollständigen Modelle signifikant, jedoch mit sehr geringen F-Werten von 2.11. Ein Grund für dieses Ergebnis könnte die deutlich höhere Between-Variation der Variablen verglichen zur Within-Variation der Variablen sein. Zum Beispiel hat die Anzahl der Beschäftigten ( $L$ ) eine Between-Variation von 1598.32, aber eine Within-Variation von nur 226.20. Ein weiteres Beispiel ist die Variable *exportshare*, die eine Between-Variation von 33.58 hat, aber eine Within-Variation von nur 4.77. Daher könnte das Fixed Effects Modell unter einem Effizienzverlust leiden. Es hat den Anschein, dass die Within-Variation in den Daten zu klein ist, um den Delegationsgrad mit der Verwendung des Fixed Effects Modells zu erklären. Dies deutet darauf hin, dass die Fixed Effects Schätzung möglicherweise nicht die geeignete Methode ist, um den Einfluss von ICT auf die Verteilung von Entscheidungsrechten in dieser Studie zu analysieren.

Mit Hilfe von Postestimation Tests kann die Geeignetheit beider Modelle analysiert werden. Der Breusch und Pagan Lagrangian Multiplier Test für Random Effects lehnt die Null-Hypothese, dass es keine Korrelation zwischen den firmen-spezifischen Effekten mit den Koeffizienten gibt, mit  $\text{Prob} > \chi^2 = 0.000$  in Modellen mit beiden Variablen ab. Allerdings wird die Null-Hypothese des Hausman Tests, dass der Random Effects Schätzer konsistent ist, knapp nicht verworfen mit  $\text{Prob} > \chi^2$  von 0.1725 und 0.1449. Die Hypothese, dass die Koeffizienten der Random und Fixed Effects Modell dieselben sind, kann

Tabelle 2: Regressionsergebnisse für kombinierte ICT-Variablen

Abhängige Variable: delegation				
Schätzverfahren:	OLS	RE	FE	Mundlak
	C1	C2	C3	C4
<i>stdict</i>	0.021*** (0.005)	0.019*** (0.005)	0.000 (0.008)	0.019*** (0.005)
	C5	C6	C7	C8
<i>stdictcompu</i>	0.022*** (0.006)	0.020*** (0.005)	0.001 (0.008)	0.020*** (0.005)
$\overline{\ln Y}$				0.042*** (0.012)
$\overline{\ln K}$				0.006 (0.007)
$\overline{\ln L}$				-0.038 (0.036)
$\overline{exportshare}$				-0.001 (0.001)
$\overline{highedu}$				0.000 (0.001)
$\overline{parttime01}$				0.003 (0.021)
$\overline{temp01}$				0.015 (0.022)
$\overline{flexitime01}$				-0.030 (0.019)
$\overline{indwage01}$				-0.058** (0.030)
$\overline{teamwage01}$				0.033 (0.021)
$\overline{firmwage01}$				-0.020 (0.017)
$\overline{training}$				0.000 (0.000)
<i>stdict</i>				
F Test/Wald test	9.00***	261.24***	2.11***	296.57***
$R^2$	0.1900	0.1892	0.0052	0.2002
$N$	1068	1068	1068	1068
<i>stdictcompu</i>				
F Test/Wald test	9.03***	261.39***	2.11***	294.43***
$R^2$	0.1918	0.1911	0.0058	0.2020
$N$	1068	1068	1068	1068

Legende

Koeffizient  
(Standardfehler)

\*\*\*/\*\*/\* kennzeichnet Signifikanz auf dem 1/5/10%-Niveau

Die Standardfehler sind robust und nach Firmen geclustert.

Quellen: KOF Innovationsumfrage (Wellen 2005 und 2008) und die Umfrage "Organisatorischer Wandel und Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien" (2000), eigene Berechnungen.

daher nicht verworfen werden. Die Test-Statistiken geben also keine klare Empfehlung für ein bevorzugtes Modell.

Aufgrund der Dateneigenschaften und den damit verbundenen Schwächen der Random und Fixed Effects Ansätze wird daher im letzten Schritt der Ansatz von Mundlak als Erweiterung des Random Effects Modelle angewendet. Das bemerkenswerteste Ergebnis ist, dass die ICT-Variablen *stdict* und *stdictcompu* in den Spalten C4 und C8 signifikant positiv auf dem 1% Niveau sind. Die Höhe der Koeffizienten bleibt gleich im Vergleich zum ursprünglichen Random Effects Modell mit 0.019 und 0.020. Dies ergibt eine leichte Abnahme im Vergleich zum gepoolten OLS Modell (0.021 und 0.022). Von den Mittelwert-Variablen übt *lny* einen signifikant positiven und *indwage01* einen signifikant negativen Einfluss aus. Der Wald Test zeigt, dass beide Modelle signifikant auf dem 1% Niveau sind. Auch zeigen die gesamten Modelle eine leicht bessere Erklärung der Between-, Within- und Overall-Variation als das Random Effects Modell: Die  $R^2$ s zeigen, dass Between- (0.2267 und 0.228) und Overall- (0.2002 und 0.2020) Variation leicht und Within- (0.0436 und 0.0422) Variation deutlich besser durch das Modell von Mundlak erklärt werden im Vergleich zum ursprünglichen Random Effects Modell ( $R^2_{between}$ : 0.2163 und 0.2181,  $R^2_{overall}$ : 0.1892 und 0.1911,  $R^2_{within}$ : 0.0068 und 0.0065). Zusammenfassend zeigen die ICT-Variablen *stdict* and *stdictcompu* einen hoch signifikant positiven Einfluss auf den Delegationsgrad bei der Verwendung von OLS und Random Effects Modellen sowie dem Ansatz von Mundlak.

#### 4.3.2 Kombinationen einzelner ICT-Variablen

Um weitere Erkenntnisse zum Einfluss von ICT auf die Verteilung von Entscheidungsrechten zu gewinnen, werden die Effekte der einzelnen Bestandteile der kombinierten ICT-Variablen einzeln, zu zweit und zu dritt analysiert. Die empirische Untersuchung erfolgt wie bei den standardisierten ICT-Variablen im vorhergehenden Abschnitt: Nachdem gepoolte OLS, Random und Fixed Effects Modelle geschätzt werden, wird im letzten Schritt der Ansatz von Mundlak angewendet. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden nur die Koeffizienten, die von besonderem Interesse sind, mit ihren Standardfehlern in Tabelle 3 abgebildet. Die vollständigen Regressionsergebnisse sind in Tabelle A 4 im Anhang zu finden.

Kurz gesagt zeigen der Anteil der Beschäftigten, die Computer, Internet und Intranet verwenden (*ictshare*), der Anteil der Beschäftigten, die Computer verwenden (*compushare*) und die Investitionen in ICT pro Kopf konsistent signifikant positiven Einfluss auf die *delegation* Variable in allen Spezifikationen. Die Anzahl der verschiedenen ICT, die in der

**Tabelle 3: Mundlak Regressionsergebnisse für Kombinationen einzelner ICT-Variablen**

Abhängige Variable: delegation Schätzverfahren: Ansatz von Mundlak	Kombinationen einzelner Variablen									Alle Variablen	
	Einzelne Variablen			Kombinationen einzelner Variablen			Alle Variablen				
	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19
<i>ict</i>	0.005** (0.003)			0.002 (0.003)	0.002 (0.003)	0.003 (0.003)	0.005** (0.003)			0.002 (0.003)	0.003 (0.003)
<i>ictshare</i>	0.006*** (0.001)			0.006*** (0.001)	0.006*** (0.001)		0.006*** (0.001)			0.006*** (0.001)	
<i>compushare</i>			0.018*** (0.003)			0.016*** (0.003)			0.017*** (0.003)		0.016*** (0.003)
<i>ictpc</i>				5.42*10 <sup>-8</sup> *** (0.000)			6.13*10 <sup>-8</sup> *** (0.000)	6.73*10 <sup>-8</sup> *** (0.000)	5.83*10 <sup>-8</sup> *** (0.000)	6.82*10 <sup>-8</sup> *** (0.000)	6.17*10 <sup>-8</sup> *** (0.000)
Wald test	275.38***	301.15***	302.29***	434.85***	299.71***	298.57***	329.50***	366.64***	356.50***	367.31***	354.62***
R <sup>2</sup>	0.1803	0.2014	0.2060	0.1704	0.1977	0.2022	0.1897	0.2090	0.2136	0.2069	0.2102
N	1157	1201	1201	2095	1152	1152	1073	1114	1114	1068	1068

Legende Koeffizient

(Standardfehler)

\*\*\*/\*\*/\* kennzeichnet Signifikanz auf dem 1/5/10%-Niveau

Alle Spalten wurden mit dem Ansatz von Mundlak geschätzt. Die Standardfehler sind robust und nach Firmen geclustert.

Quellen: KOF Innovationsumfrage (Wellen 2005 und 2008) und die Umfrage "Organisatorischer Wandel und Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien, eigene Berechnungen.

Unternehmung verwendet werden, hat signifikant positiven Einfluss wenn sie alleine und zusammen mit *ictpc* eingesetzt wird. Entsprechend dem Wald Test wird die Nullhypothese, dass die Modelle keine Erklärung liefern, auf dem 1%-Niveau verworfen.

Dies sind die detaillierten Ergebnisse: Wenn einzeln eingesetzt, haben *ict*, *ictshare*, *compushare* und *ictpc* einen positiven und signifikanten Einfluss auf Dezentralisierung. Wenn die Variablen in Zweiergruppen eingefügt werden, bleibt die Höhe der Koeffizienten von *ictshare* and *ictpc* und ungefähr gleich (0.006 und  $6.13 \cdot 10^{-10}$ ). Die Höhe von *compushare* nimmt leicht ab, wenn die Variable mit *ictpc* (0.017) und *ict* (0.016) eingefügt wird. *ict* übt nur einen signifikant positiven Einfluss auf dem 5%-Niveau aus, wenn die Variable mit *ictpc* eingefügt wird. Es ist zu erkennen, dass die Erklärungskraft leicht ansteigt, wenn die Variablen gemeinsam eingefügt werden.

Wenn alle drei Variablen gleichzeitig eingesetzt werden, sind *ictshare*, *compushare* und *ictpc* signifikant positiv auf dem 1% Niveau. Die Höhe von *ictshare* bleibt mit 0.006 gleich, wobei die Höhe von *compushare* sehr leicht abnimmt bzw. gleich bleibt mit 0.016. Die Koeffizienten von *ictpc* haben ungefähr die gleiche Grösse mit  $6.82 \cdot 10^{-8}$  und  $6.17 \cdot 10^{-10}$ . Offensichtlich sind *ictshare*, *compushare* und *ictpc* die treibenden Kräfte zur Erklärung des positiven Einflusses von ICT auf Delegation.

Insgesamt bestätigen die Ergebnisse die zweite Hypothese, wonach der *Agency Costs Effekt* den *Decision Information Costs Effekt* von ICT überwiegt, was zu dezentralisierter Verteilung von Entscheidungsrechten führt. Entsprechend den Ergebnissen sind nicht die Vielfalt der ICT, sondern die Verbreitung von ICT innerhalb der Beschäftigten sowie die Intensität der ICT-Investitionen die zentralen Determinanten für Dezentralisierung (*ictshare*, *compushare*). Die Vielfalt der ICT-Nutzung (ausgedrückt durch *ict*) zeigt nur in einigen Regressionen signifikant positiven Einfluss. Eine mögliche Erklärung für diesen Befund ist, dass die Verwendung von fortgeschrittenen ICT (was zu einem höheren Wert der *ict* Variable für die Unternehmung führen würde) möglicherweise nur von einem kleinen Teil der Beschäftigten genutzt wird und daher keinen Einfluss auf die generelle Verteilung von Entscheidungsrechten in der Unternehmung hat. Dagegen liegt es nah, dass eine weite Verbreitung von ICT innerhalb der Beschäftigten ebenso auch zu einer generellen Dezentralisierung von Entscheidungsrechten führt.

## 5 Fazit

Im vorliegenden Forschungsbericht wird der Zusammenhang zwischen ICT und der Verteilung von Entscheidungsrechten mit Hilfe zweier Wellen national repräsentativer Schweizer Unternehmensdaten untersucht. Im Besonderen wurde analysiert, ob ICT mit Zentralisations- oder Dezentralisationstendenzen einhergeht. Hierfür wurden gepoolte OLS, Random und Fixed Effects Modelle geschätzt. Im vorliegenden Fall führen diese Methoden, obwohl sie für unbeobachtbare Firmenheterogenität kontrollieren, möglicherweise nicht zu konsistenten und zuverlässigen Ergebnissen. Als Kompromiss wird daher zusätzlich ein Schätzansatz nach Mundlak (1978) angewendet. Eine weitere potentielle Schätzverzerrung, verursacht durch umgekehrte Kausalität, wird auch berücksichtigt, indem verzögerte ICT-Variablen verwendet werden. Infolgedessen sind die Ergebnisse robust bezüglich potentieller Endogenitätsverzerrungen wie umgekehrter Kausalität und unbeobachtbaren Firmeneigenschaften.

Die empirischen Ergebnisse zeigen einen klaren Zusammenhang zwischen ICT und Dezentralisierungstendenzen. Sie können folgendermassen zusammengefasst werden: Erstens geht die Verwendung von ICT generell mit dezentralisierten Entscheidungsrechten einher. Dies bestätigt die Hypothese, wonach der Effekt geringerer Agency Costs den Effekt geringerer Decision Information Costs von ICT anscheinend überwiegt und daher Dezentralisation fördert.

Zweitens zeigen in der Tat auch alle einzelnen ICT-Variablen positiven Einfluss auf Dezentralisierung. Allerdings variieren die Effekte verschiedener ICT Eigenschaften voneinander. Die Variablen für den Anteil der Beschäftigten, die ICT verwenden und die ICT-Investitionen pro Kopf haben den höchsten Anteil zur Förderung von Dezentralisierung. Die Anzahl der verwendeten ICT zeigt nur geringen positiven Einfluss auf Dezentralisation. Daher ist in erster Linie die Verbreitung von ICT innerhalb der Beschäftigten und die Intensität der ICT-Investitionen und nicht die Vielfalt von ICT grundlegend für den Dezentralisierungseffekt von ICT.

Drittens verändern sich die Ergebnisse nicht drastisch bei der Verwendung von OLS und Random Effects Modellen und dem Ansatz von Mundlak. Im vorliegenden Fall führt unbeobachtbare Heterogenität von Schweizer Unternehmen anscheinend also nicht zu drastisch abweichenden Ergebnissen im Vergleich zur einfachen OLS Regression.

Die Schlussfolgerung des vorliegenden Forschungsberichts ist also, dass geringere Agency Costs aufgrund der Verwendung von ICT in dezentralisierter Verteilung von Entscheidungsrechten in Schweizer Unternehmen resultieren. Dies bestätigt die Ergebnisse früherer Studien, die einen Zusammenhang zwischen ICT und der Organisationsstruktur fanden. Allerdings widersprechen die Ergebnisse Studien, die Evidenz für einen Zentralisierungseffekt von ICT fanden. Darüber hinaus liefern die Ergebnisse weitere Erkenntnisse: Unternehmen, die einen hohen Anteil ihrer Beschäftigten an der ICT-Nutzung teilhaben lassen und intensiv in ICT investieren, geben ihren Mitarbeitern auch mehr Entscheidungsmacht. Im Gegensatz dazu ist die Vielfalt von verwendeten ICT nicht grundlegend für dezentralisierte Entscheidungsrechte. Da die Entwicklung von ICT stets vorangeht, wird vermutlich auch die Organisationsstruktur angepasst werden. Derzeitige ICT Trends wie soziale Netzwerke und Instant Messenger Programme könnten zukünftig ebenfalls Einfluss auf die Verteilung von Entscheidungsrechten in Unternehmen haben.

## Literaturverzeichnis

- Acemoglu, Daron/Aghion, Philippe/Lelarge, Claire/Reenen, John Van/Zilibotti, Fabrizio (2007):** Technology, Information, and the Decentralization of the Firm. *Quarterly Journal of Economics*, 122 No. 4, 1759–1799
- Aghion, Philippe/Tirole, Jean (1997):** Formal and real authority in organizations. *Journal of Political Economy*, 105 No. 1, 1–29
- Alchian, Armen A./Demsetz, Harold (1972):** Production, Information Costs, and Economic Organization. *American Economic Review*, 62 No. 5, 777–795
- Arvanitis, Spyros (2005):** Computerization, workplace organization, skilled labour and firm productivity: Evidence for the Swiss business sector. *Economics of Innovation & New Technology*, 14 No. 4, 225–249
- Attewell, Paul/Rule, James (1984):** Computing and Organizations: What we know and what we don't know. *Communications of the ACM*, 27 No. 12, 1184–1192
- Baker, George/Gibbs, Michael/Holmstrom, Bengt (1994):** The internal economics of the firm: Evidence from personnel data. *Quarterly Journal of Economics*, 109 No. 4, 881–919
- Beckmann, Michael (2004):** Betriebliche Personalpolitik im technologischen und organisatorischen Innovationsprozess. 1st edition. Muenchen und Mering
- Black, Sandra E./Lynch, Lisa M. (2001):** How to compete: The Impact of Workplace Practices and Information Technology on Productivity. *Review of Economics & Statistics*, 83 No. 3, 434–445
- Blau, Peter M./Falbe, Cecilia McHugh/McKinley, William/Tracy, Phelps K. (1976):** Technology and Organization in Manufacturing. *Administrative Science Quarterly*, 21 No. 1, 20–40
- Bloom, Nicholas/Garicano, Luis/Sadun, Raffaella/Reenen, John Van (2009):** The distinct effects of Information Technology and Communication Technology on firm organization. NBER Working Paper 14975, National Bureau of Economic Research, Cambridge
- Bolton, Patrick/Dewatripont, Mathias (1994):** The Firm as a Communication Network. *Quarterly Journal of Economics*, 109 No. 4, 809–839

- Bresnahan, Timothy F./Brynjolfsson, Erik/Hitt, Lorin M. (2002):** Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled Labor: Firm-level Evidence. *Quarterly Journal of Economics*, 117 No. 1, 339–376
- Brown, Michelle/Geddes, Lori A./Heywood, John S. (2007):** The Determinants of Employee-Involvement Schemes: Private Sector Australian Evidence. *Economic & Industrial Democracy*, 28 No. 2, 259–291
- Brynjolfsson, Erik/Hitt, Lorin M. (1998):** Information technology and organizational design: evidence from micro data. MIT Working Paper. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA
- Brynjolfsson, Erik/Hitt, Lorin M. (2000):** Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance. *Journal of Economic Perspectives*, 14 No. 4, 23–48
- Brynjolfsson, Erik/Hitt, Lorin M. (2003):** Computing Productivity: Firm-level Evidence. *Review of Economics & Statistics*, 85 No. 4, 793–808
- Burnes, Bernard (1988):** New technology and job design: the case of CNC. *New Technology, Work and Employment*, 3 No. 2, 100–111
- Caroli, Eve/Greenan, Nathalie/Guellec, Dominique (2001):** Organizational Change and Skill Accumulation. *Industrial & Corporate Change*, 10 No. 2, 481–506
- Caroli, Eve/Van Reenen, John (2001):** Skill-biased Organizational Change? Evidence from a Panel of British and French Establishments. *Quarterly Journal of Economics*, 116 No. 4, 1449–1492
- Carter, Nancy M. (1984):** Computerization as a Predominate Technology: Its Influence on the Structure of Newspaper Organizations. *The Academy of Management Journal*, 27 No. 2, 247–270
- Child, John/Mansfield, Roger (1972):** Technology, Size, and Organization Structure. *Sociology*, 6 No. 3, 369–393
- Colombo, Massimo G./Delmastro, Marco (2004):** Delegation of Authority In Business Organizations: An Empirical Test. *Journal of Industrial Economics*, 52 No. 1, 53–80
- Delehanty, G. (1967):** Computers and organizational structure in life-insurance firms. The internal and external environment. In : *The impact of computers on management* Cambridge, MA, 61–106

- Dessein, W. (2002):** Authority and Communication in Organizations. *Review of Economic Studies*, 69 No. 241, 811–838
- Foster, Lawrence W./Flynn, David M. (1984):** Management Information Technology: Its Effects on Organizational Form and Function. *MIS Quarterly*, 8 No. 4, 229–236
- George, Joey F./King, John L. (1991):** Examining the Computing and Centralization Debate. *Communications of the ACM*, 34 No. 7, 63–72
- Gittleman, Maury/Horrigan, Michael/Joyce, Mary (1998):** "Flexible" Workplace Practices: Evidence from a Nationally Representative Survey. *Industrial & Labor Relations Review*, 52 No. 1, 99–115
- Greenan, Nathalie (2003):** Organisational Change, Technology, Employment and Skills: An Empirical Study of French Manufacturing. *Cambridge Journal of Economics*, 27 No. 2, 287–316
- Greene, William H (2008):** *Econometric Analysis*. 6th edition. Upper Saddle River (N.J.)
- Gupta, A./Chen, I. J./Chiang, D. (1997):** Determining organizational structure choices in advanced manufacturing technology management. *Omega*, 25 No. 5, 511–521
- Gurbaxani, Vijay/Whang, Seungjin (1991):** The Impact of Information Systems on Organizations and Markets. *Communications of the ACM*, 34 No. 1, 59–73
- Hart, Oliver/Moore, John (2005):** On the Design of Hierarchies: Coordination versus Specialization. *Journal of Political Economy*, 113 No. 4, 675–702
- Heintze, Theresa/Bretschneider, Stuart (2000):** Information Technology and Restructuring in Public Organizations: Does Adoption of Information Technology Affect Organizational Structures, Communications, and Decision Making? *Journal of Public Administration Research and Theory*, 10 No. 4, 801–830
- Hempell, Thomas (2005):** Does experience matter? innovations and the productivity of information and communication technologies in German services. *Economics of Innovation & New Technology*, 14 No. 4, 277–303
- Hempell, Thomas/Zwick, Thomas (2008):** New Technology, Work Organization, and Innovation. *Economics of Innovation & New Technology*, 17 No. 4, 331–354

- Hickson, David J./Pugh, D. S./Pheysey, Diana C. (1969):** Operations Technology and Organization Structure: An Empirical Reappraisal. *Administrative Science Quarterly*, 14 No. 3, 378–397
- Hitt, Lorin M./Brynjolfsson, Erik (1997):** Information Technology and Internal Firm Organization: An Exploratory Analysis. *Journal of Management Information Systems*, 14 No. 2, 81–101
- Hubbard, Thomas N. (2000):** The Demand for Monitoring Technologies: The Case of Trucking. *The Quarterly Journal of Economics*, 115 No. 2, 533–560
- Huber, George P. (1990):** A Theory of the Effects of Advanced Information Technologies on Organizational Design, Intelligence, and Decision Making. *The Academy of Management Review*, 15 No. 1, 47–71
- Ichniowski, Casey/Shaw, Kathryn (1995):** Old Dogs and New Tricks: Determinants of the Adoption of Productivity-Enhancing Work Practices. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1995 Special Issue Microeconomics, 1–65
- Jensen, Michael C./Meckling, William H. (1976):** Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure. *Journal of Financial Economics*, 3 No. 4, 305–360
- Jensen, Michael C./Meckling, William H. (1992):** Specific and General Knowledge and Organizational Structure. In L. Werin and H. Wijkander (eds.), *Contract Economics* Cambridge, MA, 251–274
- Kelley, Maryellen R. (1990):** New Process Technology, Job Design, and Work Organization: A Contingency Model. *American Sociological Review*, 55 No. 2, 191–208
- Leavitt, Harold J./Whisler, Thomas L. (1958):** MANAGEMENT in the 1980's. *Harvard Business Review*, 36 No. 6, 41–48
- Lindbeck, Assar/Snowder, Dennis J. (2000):** Multitask Learning and the Reorganization of Work: From Tayloristic to Holistic Organization. *Journal of Labor Economics*, 18 No. 3, 353–376
- Lucas, Jr Henry C./Baroudi, Jack (1994):** The role of information technology in organization design. *J. Manage. Inf. Syst.* 10 No. 4, 9–23
- Malone, Thomas W. (1997):** Is Empowerment Just a Fad? Control, Decision Making, and IT. *Sloan Management Review*, 38 No. 2, 23–35

- Marsh, Robert M./Mannari, Hiroshi (1981):** Technology and Size as Determinants of the Organizational Structure of Japanese Factories. *Administrative Science Quarterly*, 26 No. 1, 33–57
- Melumad, Nahum/Mookherjee, Dilip/Reichelstein, Stefan (1992):** A theory of responsibility centers. *Journal of Accounting and Economics*, 15 No. 4, 445–484
- Milgrom, Paul/Roberts, John (1990):** The economics of modern manufacturing: Technology, Strategy, and Organization. *American Economic Review*, 80 No. 3, 511–528
- Mookherjee, Dilip (2006):** Decentralization, Hierarchies, and Incentives: A Mechanism Design Perspective. *Journal of Economic Literature*, 44 No. 2, 367–390
- Mundlak, Yair (1978):** On the Pooling of Time Series and Cross Section Data. *Econometrica*, 46 No. 1, 69–85
- Myers, C.A. (1966):** Some implication of computers for management. In San Francisco Industrial Relations Research Association Proceedings., 189–201
- OECD (1999):** OECD employment outlook: June 1999. OECD Publishing
- Osterman, Paul (1994):** How Common is Workplace Transformation and Who Adopts it? *Industrial & Labor Relations Review*, 47 No. 2, 173–188
- Pfeffer, Jeffrey/Leblebici, Huseyin (1977):** Information Technology and Organizational Structure. *The Pacific Sociological Review*, 20 No. 2, 241–261
- Pinsonneault, Alain/Kraemer, Kenneth L. (1997):** Middle management downsizing: An empirical investigation of the impact of information technology. *Management Science*, 43 No. 5, 659–679
- Radner, Roy (1993):** The Organization of Dezentralized Information Processing. *Econometrica*, 61 No. 5, 1109–1146
- Robey, Daniel (1977):** Computers and Management Structure: Some Empirical Findings Re-examined. *Human Relations*, 30 No. 11, 963–976
- Sun, Hongyi/Gertsen, Frank (1995):** Organizational changes related to advanced manufacturing technology in the production area. *International Journal of Production Economics*, 41 No. 1-3, 369–375

- Wijnberg, Nachoem M./van den Ende, Jan/de Wit, Onno (2002):** Decision Making at Different Levels of the Organization and the Impact of New Information Technology: Two Cases from the Financial Sector. *Group Organization Management*, 27 No. 3, 408–429
- Woodward, Joan (1981):** *Industrial Organization: Theory and Practice*. 2nd edition. Oxford
- Wyner, George M./Malone, Thomas W. (1996):** Cowboys or Commanders: Does Information Technology Lead to Decentralization? ICIS 1996 Proceedings. Paper 4.
- Zammuto, Raymond F./O'Connor, Edward J. (1992):** Gaining Advanced Manufacturing Technologies' Benefits: The Roles of Organization Design and Culture. *The Academy of Management Review*, 17 No. 4, 701–728

## Anhang

## A 1: Beschreibung der Variablen

Variable	Beschreibung
<b>Verteilung von Entscheidungsrechten</b>	
Verteilung von Entscheidungsrechten ( <i>delegation</i> )	Indexvariable, die aus sieben Fragen gebildet wird, die sich auf die Verteilung von Entscheidungsrechten am Arbeitsplatz beziehen: - Wer legt das Arbeitstempo fest? - Wer bestimmt den Ablauf der auszuführenden Tätigkeiten? - Wer verteilt die Arbeit auf die Mitarbeiter? - Wer legt die Art und Weise der Ausführung der Aufgaben fest? - Wer ist zuständig bei Produktionsschwierigkeiten/ Problemen bei der Dienstleistungserstellung? - Wer ist routinemässig für den Kundenkontakt zuständig? - Wer tritt bei Problemen oder Beschwerden mit den Kunden in Kontakt?
<b>Informations- und Kommunikationstechnologien</b>	
ICT ( <i>ict</i> )	Variable, die die Anzahl verschiedener Informations- und Kommunikationstechnologien angibt, die in einer Unternehmung verwendet werden (Digitale Assistenten, Laptop, Internet, Lokale Netzwerke, EDI, Intranet, Extranet, Website) in 2000/2005
Anteil der ICT-Nutzung ( <i>ictshare</i> )	Variable, die den Anteil der Beschäftigten angibt, die Computer, Internet und Intranet nutzen, indem die Verbreitung der Nutzung dieser Technologien 2000/2005 aufaddiert wird
Anteil der Computer-Nutzung ( <i>compushare</i> )	Variable, die den Anteil der Beschäftigten angibt, die 2000/2005 Computer nutzen
ICT-Investitionen pro Kopf ( <i>ictpc</i> )	Variable, die ICT-Investitionen pro Kopf 2005/2008 angibt
stdict ( <i>stdict</i> )	Variable, die die Vielfalt, Verbreitung und Intensität der ICT-Nutzung in einer Unternehmung angibt, $stdict = \text{std}(\text{std}(ict) + \text{std}(ictshare) + \text{std}(ictpc))$
stdictcompu ( <i>stdictcompu</i> )	Variable, die die Vielfalt, Verbreitung und Intensität der ICT-Nutzung in einer Unternehmung angibt, $stdictcompu = \text{std}(\text{std}(ict) + \text{std}(compushare) + \text{std}(ictpc))$
<b>Firmencharakteristika</b>	
Log Umsatz ( <i>lnY</i> )	Natürlicher Logarithmus der Unternehmensumsatz 2004/2007
Log Kapital ( <i>lnK</i> )	Natürlicher Logarithmus der Bruttoinvestitionen 2004/2007
Log Arbeit ( <i>lnL</i> )	Natürlicher Logarithmus der Anzahl der Mitarbeiter 2004/2007
Gründungsjahr ( <i>fyear</i> )	Gründungsjahr der Unternehmung
In ausländischem Besitz ( <i>foreign</i> )	Dummyvariable die angibt, ob oder ob nicht eine Unternehmung in ausländischem Besitz ist
Anteil hochqualifizierter Mitarbeiter ( <i>highedu</i> )	Anteil an der Gesamtbeschäftigung, der einen akademischen Abschluss oder einen Abschluss höher als Berufslehre vorweist
Teilzeitbeschäftigung ( <i>parttime01</i> )	Dummyvariable, die angibt ob oder ob nicht Teilzeitbeschäftigung bedeutend für eine Unternehmung ist
Temporärbeschäftigung ( <i>temp01</i> )	Dummyvariable, die angibt, ob, oder ob nicht Temporärbeschäftigung bedeutend für eine Unternehmung ist
Variable Jahresarbeitszeit ( <i>fvertime01</i> )	Dummyvariable, die angibt, ob oder ob nicht variable Jahresarbeitszeit bedeutend für eine Unternehmung ist
Bedeutung der individuellen Leistung für die Lohnhöhe ( <i>indwage01</i> )	Dummyvariable, die angibt, ob oder ob nicht individuelle Leistung bedeutend für die Festlegung der Lohnhöhe in der Unternehmung ist
Bedeutung der Leistung der Arbeitsgruppe für die Lohnhöhe( <i>teamwage01</i> )	Dummyvariable, die angibt, ob oder ob nicht die Leistung der Arbeitsgruppe bedeutend für die Festlegung der Lohnhöhe in der Unternehmung ist
Bedeutung des Unternehmenserfolgs für die Lohnhöhe ( <i>firmwage01</i> )	Dummyvariable, die angibt, ob oder ob nicht der Unternehmenserfolg bedeutend für die Festlegung der Lohnhöhe in der Unternehmung ist
Weiterbildung ( <i>training</i> )	Anteil der Beschäftigten, die an internen und/oder externen Weiterbildungskursen teilgenommen haben
Regionendummies	Sieben Dummies, die die regionale Zugehörigkeit der Unternehmung angeben
Sektorendummies	Sieben Dummies, die die sektorale Zugehörigkeit der Unternehmung angeben
Zeitdummy ( <i>t05</i> )	Dummyvariable, die das Jahr 2005 angibt

*Quellen:* KOF Innovationsumfrage (Wellen 2005 und 2008) und die Umfrage "Organisatorischer Wandel und Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien" (2000), eigene Berechnungen.

## A 2: Vollständige Regressionsergebnisse für *stdict*

Abhängige Variable: <i>delegation</i>				
Schätz- verfahren:	C1 OLS	C2 RE	C3 FE	C4 Mundlak
<i>stdict</i>	0.021*** (0.005)	0.019*** (0.005)	0.000 (0.008)	0.019*** (0.005)
<i>lnY</i>	0.010* (0.005)	0.009* (0.005)	-0.032*** (0.010)	-0.028*** (0.011)
<i>lnK</i>	-0.003 (0.003)	-0.003 (0.003)	-0.005 (0.008)	-0.007 (0.006)
<i>lnL</i>	0.006 (0.007)	0.007 (0.007)	0.040 (0.043)	0.037 (0.034)
<i>fyear</i>	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	-0.001 (0.001)	0.000 (0.000)
<i>foreign</i>	0.010 (0.012)	0.010 (0.012)	-0.010 (0.024)	0.008 (0.012)
<i>exportshare</i>	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.001 (0.001)	0.001 (0.001)
<i>highedu</i>	0.001*** (0.000)	0.001*** (0.000)	0.001 (0.001)	0.001*** (0.001)
<i>parttime01</i>	0.011 (0.009)	0.010 (0.009)	0.015 (0.020)	0.007 (0.017)
<i>temp01</i>	-0.021** (0.010)	-0.020** (0.009)	-0.039** (0.019)	-0.029* (0.018)
<i>flexitime01</i>	0.004 (0.009)	0.008 (0.009)	0.023 (0.017)	0.029* (0.016)
<i>indwage01</i>	-0.010 (0.013)	-0.009 (0.013)	0.030 (0.037)	0.032 (0.026)
<i>teamwage01</i>	-0.011 (0.009)	-0.009 (0.009)	-0.012 (0.023)	-0.031* (0.018)
<i>firmwage01</i>	-0.002 (0.008)	-0.001 (0.008)	0.009 (0.018)	0.013 (0.015)
<i>training</i>	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
<i>reg1</i>	0.033 (0.028)	0.030 (0.028)		0.026 (0.028)
<i>reg2</i>	0.047* (0.025)	0.046* (0.024)		0.046* (0.024)
<i>reg3</i>	0.083*** (0.025)	0.084*** (0.025)		0.083*** (0.025)
<i>reg4</i>	0.073*** (0.025)	0.072*** (0.025)		0.071*** (0.025)
<i>reg5</i>	0.075*** (0.026)	0.076*** (0.025)		0.075*** (0.025)
<i>reg6</i>	0.093*** (0.026)	0.093*** (0.026)		0.090*** (0.026)

Fortsetzung auf Seite 37

Fortsetzung von Seite 36

<b>Abhängige Variable: delegation</b>				
<b>Schätz- verfahren:</b>	<b>C1 OLS</b>	<b>C2 RE</b>	<b>C3 FE</b>	<b>C4 Mundlak</b>
<i>sec1</i>	-0.014 (0.018)	-0.017 (0.017)		-0.018 (0.018)
<i>sec2</i>	-0.027 (0.020)	-0.033 (0.020)		-0.035* (0.021)
<i>sec3</i>	0.039* (0.022)	0.037* (0.022)		0.034 (0.023)
<i>sec4</i>	0.046 (0.025)	0.041* (0.025)		0.035 (0.026)
<i>sec5</i>	0.030 (0.024)	0.033 (0.024)		0.025 (0.024)
<i>sec6</i>	-0.027 (0.022)	-0.030 (0.022)		-0.028 (0.023)
<i>t05</i>	0.008 (0.007)	0.010 (0.007)	0.018 (0.012)	-0.009 (0.008)
$\overline{\ln Y}$				0.042*** (0.012)
$\overline{\ln K}$				0.006 (0.007)
$\overline{\ln L}$				-0.038 (0.036)
$\overline{exportshare}$				-0.001 (0.001)
$\overline{highedu}$				0.000 (0.001)
$\overline{parttime01}$				0.003 (0.021)
$\overline{temp01}$				0.015 (0.022)
$\overline{flexitime01}$				-0.030 (0.019)
$\overline{indwage01}$				-0.058* (0.030)
$\overline{teamwage01}$				0.033 (0.021)
$\overline{firmwage01}$				-0.020 (0.017)
$\overline{training}$				0.000 (0.000)
<i>cons</i>	0.162 (0.212)	0.163 (0.208)	2.174** (1.055)	0.165 (0.211)
F Test/Wald Test	9.00***	261.24***	2.11***	2896.57***
$R^2$	0.1900	0.1892	0.0052	0.2002
$N$	1068	1068	1068	1068

Legende

Koeffizient  
(Standardfehler)

\*\*\*/\*\*/\* kennzeichnet Signifikanz auf dem 1/5/10%-Niveau

Die Standardfehler sind robust und nach Firmen geclustert.

Quellen: KOF Innovationsumfrage (Wellen 2005 und 2008) und die Umfrage "Organisatorischer Wandel und Einsatz von Informations und Kommunikationstechnologien" (2000), eigene Berechnungen.

### A 3: Vollständige Regressionsergebnisse für *stdictcompu*

Abhängige Variable: <i>delegation</i>				
Schätz- verfahren:	C5 OLS	C6 RE	C7 FE	C8 Mundlak
<i>stdictcompu</i>	0.022*** (0.006)	0.020*** (0.005)	0.001 (0.008)	0.020*** (0.005)
<i>lnY</i>	0.009* (0.005)	0.009 (0.005)	-0.032*** (0.010)	-0.028*** (0.011)
<i>lnK</i>	-0.004 (0.003)	-0.003 (0.003)	-0.005 (0.008)	-0.007 (0.006)
<i>lnL</i>	0.008 (0.007)	0.008 (0.007)	0.041 (0.043)	0.039 (0.034)
<i>fyear</i>	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	-0.001 (0.001)	0.000 (0.000)
<i>foreign</i>	0.010 (0.012)	0.010 (0.012)	-0.010 (0.024)	0.008 (0.012)
<i>exportshare</i>	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.001 (0.001)	0.001 (0.001)
<i>highedu</i>	0.001*** (0.000)	0.001*** (0.000)	0.001 (0.001)	0.001*** (0.001)
<i>parttime01</i>	0.010 (0.009)	0.010 (0.009)	0.015 (0.020)	0.007 (0.017)
<i>temp01</i>	-0.021** (0.010)	-0.020** (0.009)	-0.039** (0.019)	-0.030* (0.018)
<i>flexitime01</i>	0.004 (0.009)	0.008 (0.009)	0.024 (0.017)	0.029* (0.016)
<i>indwage01</i>	-0.009 (0.013)	-0.009 (0.013)	0.030 (0.037)	0.032 (0.026)
<i>teamwage01</i>	-0.010 (0.009)	-0.008 (0.009)	-0.012 (0.023)	-0.031* (0.018)
<i>firmwage01</i>	-0.001 (0.008)	-0.001 (0.008)	0.009 (0.018)	0.013 (0.015)
<i>training</i>	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
<i>reg1</i>	0.033 (0.028)	0.030 (0.028)		0.026 (0.028)
<i>reg2</i>	0.048* (0.024)	0.046* (0.024)		0.047* (0.024)
<i>reg3</i>	0.085*** (0.025)	0.085*** (0.025)		0.085*** (0.025)
<i>reg4</i>	0.074*** (0.025)	0.074*** (0.025)		0.072*** (0.025)
<i>reg5</i>	0.076*** (0.025)	0.076*** (0.025)		0.076*** (0.025)
<i>reg6</i>	0.094*** (0.026)	0.094*** (0.026)		0.091*** (0.026)

Fortsetzung auf Seite 39

Fortsetzung von Seite 38

<b>Abhängige Variable: delegation</b>				
<b>Schätz- verfahren:</b>	<b>C5 OLS</b>	<b>C6 RE</b>	<b>C7 FE</b>	<b>C8 Mundlak</b>
<i>sec1</i>	-0.015 (0.017)	-0.018 (0.017)		-0.018 (0.018)
<i>sec2</i>	-0.027 (0.020)	-0.033* (0.020)		-0.035* (0.020)
<i>sec3</i>	0.037* (0.022)	0.035 (0.022)		0.032 (0.023)
<i>sec4</i>	0.047* (0.025)	0.042* (0.025)		0.037 (0.026)
<i>sec5</i>	0.026 (0.024)	0.030 (0.024)		0.022 (0.025)
<i>sec6</i>	-0.029 (0.022)	-0.032 (0.022)		-0.029 (0.023)
<i>t05</i>	0.008 (0.007)	-0.010 (0.007)	0.018 (0.012)	-0.009 (0.008)
$\overline{\ln Y}$				0.042*** (0.012)
$\overline{\ln K}$				0.006 (0.007)
$\overline{\ln L}$				-0.039 (0.035)
$\overline{exportshare}$				0.000 (0.001)
$\overline{highedu}$				0.000 (0.001)
$\overline{parttime01}$				0.002 (0.021)
$\overline{temp01}$				0.015 (0.022)
$\overline{flexitime01}$				-0.030 (0.019)
$\overline{indwage01}$				-0.058* (0.030)
$\overline{teamwage01}$				0.034 (0.021)
$\overline{firmwage01}$				-0.019 (0.017)
$\overline{training}$				0.000 (0.000)
<i>cons</i>	0.174 (0.211)	0.187 (0.207)	2.175** (1.048)	0.177 (0.211)
F Test/Wald Test	9.03***	261.39***	2.11***	294.43***
$R^2$	0.1918	0.1911	0.0058	0.2020
$N$	1068	1068	1068	1068

Legende

Koeffizient  
(Standardfehler)

\*\*\*/\*\*/\* kennzeichnet Signifikanz auf dem 1/5/10%-Niveau

Die Standardfehler sind robust und nach Firmen geclustert.

Quellen: KOF Innovationsumfrage (Wellen 2005 und 2008) und die Umfrage "Organisatorischer Wandel und Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien" (2000), eigene Berechnungen.

A 4: Vollständige Mundlak Regressionsergebnisse für Kombinationen einzelner ICT-Variablen

	Abhängige Variable: delegation										
	Schätzverfahren: Ansatz von Mundlak										
	Einzelne Variablen					Kombinationen einzelner Variablen			Alle Variablen		
	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19
<i>ict</i>	0.005** (0.003)				0.002 (0.003)	0.003 (0.003)	0.005** (0.003)			0.002 (0.003)	0.003 (0.003)
<i>ictshare</i>		0.006*** (0.001)			0.006*** (0.001)			0.006*** (0.001)		0.006*** (0.001)	
<i>compushare</i>			0.018*** (0.003)			0.016*** (0.003)			0.017*** (0.003)		0.016*** (0.003)
<i>ictpc</i>				5.42*10 <sup>-8</sup> *** (0.000)			6.13*10 <sup>-8</sup> *** (0.000)	6.73*10 <sup>-8</sup> *** (0.000)	5.83*10 <sup>-8</sup> *** (0.000)	6.82*10 <sup>-8</sup> *** (0.000)	6.17*10 <sup>-8</sup> *** (0.000)
<i>lnY</i>	-0.022** (0.010)	-0.022** (0.011)	-0.025** (0.012)	-0.037*** (0.010)	-0.022** (0.011)	-0.024** (0.012)	-0.030*** (0.011)	-0.031*** (0.010)	-0.034 (0.011)	-0.031*** (0.010)	-0.034*** (0.011)
<i>lnK</i>	-0.005 (0.006)	-0.006 (0.006)	-0.006 (0.006)	-0.006 (0.005)	-0.005 (0.006)	-0.004 (0.006)	-0.004 (0.006)	-0.006 (0.006)	-0.005 (0.006)	-0.004 (0.006)	-0.003 (0.006)
<i>lnL</i>	0.031 (0.008)	0.037 (0.032)	0.042 (0.031)	-0.049** (0.025)	0.028 (0.032)	0.034 (0.032)	0.033 (0.034)	0.041 (0.034)	0.046 (0.034)	0.036 (0.034)	0.041 (0.034)
<i>fyear</i>	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
<i>foreign</i>	0.011 (0.011)	0.007 (0.011)	0.006 (0.011)	0.013 (0.008)	0.008 (0.011)	0.007 (0.011)	0.010 (0.012)	0.005 (0.012)	0.004 (0.012)	0.007 (0.012)	0.006 (0.012)
<i>exportshare</i>	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	0.000 (0.000)	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	0.001 (0.001)	0.001 (0.001)	0.001 (0.001)	0.001 (0.001)	0.001 (0.001)
<i>highedu</i>	0.001 (0.001)	0.001 (0.001)	0.001 (0.001)	0.001** (0.001)	0.001 (0.001)	0.001 (0.001)	0.001** (0.001)	0.001** (0.001)	0.001** (0.001)	0.001** (0.001)	0.001** (0.001)
<i>parttime01</i>	0.006 (0.016)	0.007 (0.015)	0.008 (0.015)	-0.002 (0.012)	0.006 (0.016)	0.008 (0.016)	0.007 (0.017)	0.007 (0.016)	0.007 (0.016)	0.007 (0.017)	0.007 (0.017)
<i>temp01</i>	-0.020 (0.017)	-0.019 (0.016)	-0.018 (0.016)	-0.003 (0.016)	-0.020 (0.017)	-0.020 (0.017)	-0.030* (0.018)	-0.026 (0.017)	-0.026 (0.017)	-0.030* (0.018)	-0.030* (0.018)
<i>flexitime01</i>	0.024 (0.016)	0.027* (0.015)	0.027* (0.015)	0.000 (0.012)	0.024 (0.016)	0.024 (0.016)	0.028* (0.015)	0.028* (0.015)	0.028* (0.015)	0.028* (0.016)	0.027* (0.016)
<i>indwage01</i>	0.023 (0.025)	0.025 (0.023)	0.025 (0.023)	0.029 (0.018)	0.026 (0.025)	0.027 (0.025)	0.029 (0.026)	0.030 (0.024)	0.031 (0.024)	0.032 (0.026)	0.033 (0.026)
<i>teammwage01</i>	-0.028 (0.017)	-0.025 (0.016)	-0.023 (0.016)	-0.024 (0.013)	-0.027 (0.017)	-0.026 (0.017)	-0.032* (0.018)	-0.027 (0.017)	-0.026 (0.017)	-0.031* (0.018)	-0.030* (0.018)
<i>firmwage01</i>	0.013 (0.014)	0.015 (0.014)	0.013 (0.014)	0.014 (0.011)	0.012 (0.014)	0.010 (0.015)	0.014 (0.015)	0.017 (0.014)	0.014 (0.014)	0.013 (0.015)	0.011 (0.015)
<i>training</i>	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)

	Einzelne Variablen			Kombinationen einzelner Variablen						Alle Variablen		
	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	
<i>reg1</i>	0.017 (0.026)	0.005 (0.026)	0.005 (0.026)	0.001 (0.022)	0.011 (0.026)	0.011 (0.026)	0.029 (0.028)	0.017 (0.028)	0.018 (0.028)	0.023 (0.028)	0.025 (0.028)	
<i>reg2</i>	0.036 (0.022)	0.034 (0.022)	0.036 (0.022)	0.050** (0.021)	0.032 (0.022)	0.033 (0.022)	0.048* (0.025)	0.047* (0.024)	0.049** (0.024)	0.046* (0.024)	0.047** (0.024)	
<i>reg3</i>	0.069*** (0.023)	0.068*** (0.023)	0.071*** (0.023)	0.066*** (0.021)	0.067*** (0.023)	0.068*** (0.023)	0.083*** (0.025)	0.083*** (0.024)	0.087*** (0.025)	0.081*** (0.024)	0.084*** (0.024)	
<i>reg4</i>	0.057 (0.023)	0.054** (0.023)	0.056** (0.023)	0.060** (0.021)	0.053** (0.023)	0.055** (0.023)	0.072** (0.025)	0.070** (0.025)	0.073*** (0.025)	0.069** (0.025)	0.071*** (0.025)	
<i>reg5</i>	0.061*** (0.023)	0.056** (0.022)	0.058*** (0.022)	0.065*** (0.021)	0.059*** (0.022)	0.059*** (0.022)	0.077*** (0.025)	0.073*** (0.025)	0.075*** (0.024)	0.076*** (0.025)	0.077*** (0.024)	
<i>reg6</i>	0.073*** (0.024)	0.073** (0.024)	0.076*** (0.024)	0.088*** (0.021)	0.072*** (0.024)	0.074*** (0.024)	0.089*** (0.026)	0.093*** (0.026)	0.096*** (0.025)	0.090*** (0.026)	-0.092*** (0.025)	
<i>sec1</i>	-0.018 (0.018)	-0.025 (0.017)	-0.027 (0.017)	0.010 (0.016)	-0.022 (0.018)	-0.025 (0.017)	-0.015 (0.019)	-0.023 (0.018)	-0.025 (0.018)	-0.020 (0.018)	-0.022 (0.018)	
<i>sec2</i>	-0.037* (0.020)	-0.037* (0.020)	-0.038* (0.020)	-0.007 (0.019)	-0.035* (0.020)	-0.036* (0.020)	-0.037* (0.021)	-0.039* (0.020)	-0.040** (0.020)	-0.035* (0.020)	-0.035* (0.020)	
<i>sec3</i>	0.032 (0.023)	0.017 (0.022)	0.010 (0.022)	0.055*** (0.019)	0.023 (0.022)	0.016 (0.022)	0.037 (0.023)	0.021 (0.023)	0.015 (0.022)	0.028 (0.023)	0.023 (0.023)	
<i>sec4</i>	0.024 (0.025)	0.022 (0.025)	0.025 (0.025)	0.073*** (0.021)	0.020 (0.025)	0.022 (0.025)	0.037 (0.026)	0.030 (0.025)	0.030 (0.025)	0.032 (0.025)	0.034 (0.025)	
<i>sec5</i>	0.032 (0.024)	0.003 (0.024)	-0.006 (0.024)	0.042** (0.020)	0.009 (0.024)	0.001 (0.024)	0.038 (0.025)	0.007 (0.025)	-0.002 (0.025)	0.014 (0.025)	0.007 (0.025)	
<i>sec6</i>	-0.014 (0.022)	-0.039* (0.022)	-0.043* (0.022)	0.010 (0.019)	-0.035 (0.022)	-0.039* (0.022)	-0.015 (0.023)	-0.042* (0.023)	-0.044** (0.022)	-0.037 (0.023)	-0.039* (0.022)	
<i>t05</i>	0.012 (0.007)	0.019** (0.007)	0.013** (0.007)	0.010 (0.005)	0.018** (0.008)	0.014* (0.007)	-0.012 (0.008)	0.018** (0.008)	0.013 (0.008)	-0.018** (0.008)	-0.013* (0.008)	

	Einzelne Variablen					Kombinationen einzelner Variablen					Alle Variablen		
	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19		
$\ln \bar{Y}$	0.040*** (0.012)	0.037*** (0.012)	0.039*** (0.014)	0.062*** (0.011)	0.036*** (0.013)	0.037*** (0.014)	0.047*** (0.012)	0.045*** (0.011)	0.048*** (0.012)	0.044*** (0.012)	0.046*** (0.012)		
$\ln \bar{K}$	0.006 (0.007)	0.008 (0.007)	0.007 (0.007)	0.005 (0.006)	0.006 (0.007)	0.005 (0.007)	0.004 (0.007)	0.006 (0.007)	0.005 (0.007)	0.004 (0.007)	0.003 (0.007)		
$\ln L$	-0.034 (0.033)	-0.040 (0.033)	-0.043 (0.033)	-0.062** (0.026)	-0.030 (0.033)	-0.033 (0.033)	-0.039 (0.036)	-0.043 (0.035)	-0.046 (0.035)	-0.037 (0.036)	-0.039 (0.035)		
$exportshare$	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	0.000 (0.000)	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	-0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)		
$highedu$	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	0.000 (0.000)	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	-0.001 (0.001)		
$parttime01$	0.012 (0.020)	0.014 (0.019)	0.010 (0.019)	0.017 (0.015)	0.011 (0.020)	0.007 (0.020)	0.004 (0.021)	0.006 (0.020)	0.003 (0.020)	0.004 (0.021)	0.001 (0.021)		
$temp01$	0.001 (0.021)	-0.002 (0.020)	-0.002 (0.020)	-0.004 (0.018)	0.000 (0.021)	0.000 (0.021)	0.016 (0.022)	0.011 (0.021)	0.011 (0.021)	0.016 (0.022)	0.016 (0.022)		
$flexitime01$	-0.027 (0.018)	-0.030 (0.018)	-0.029 (0.018)	-0.010 (0.014)	-0.027 (0.018)	-0.025 (0.018)	-0.030 (0.019)	-0.030 (0.018)	-0.027 (0.018)	-0.029 (0.019)	-0.027 (0.019)		
$indwage01$	-0.050* (0.028)	-0.052* (0.027)	-0.051* (0.027)	-0.062*** (0.021)	-0.053* (0.028)	-0.053* (0.028)	-0.054* (0.030)	-0.055** (0.028)	-0.057** (0.028)	-0.059** (0.030)	-0.059** (0.029)		
$teamwage01$	0.029 (0.020)	0.025 (0.016)	0.024 (0.019)	0.025* (0.015)	0.030 (0.020)	0.029 (0.020)	0.034 (0.021)	0.026 (0.020)	0.026 (0.020)	0.034 (0.021)	0.033 (0.021)		
$firmwage01$	-0.024 (0.017)	-0.025 (0.016)	-0.022 (0.016)	-0.015 (0.013)	-0.022 (0.017)	-0.020 (0.017)	-0.021 (0.017)	-0.022 (0.016)	-0.019 (0.016)	-0.019 (0.017)	-0.017 (0.017)		
$training$	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)		
$cons$	0.050 (0.201)	0.045 (0.198)	0.061 (0.197)	0.013 (0.131)	0.079 (0.200)	0.074 (0.200)	0.080 (0.212)	0.086 (0.209)	0.096 (0.207)	0.109 (0.211)	0.111 (0.211)		
Wald Test	275.38***	301.15***	302.29***	434.85***	299.71***	298.57***	329.50***	366.64***	356.50***	367.31***	354.62***		
$R^2$	0.1803	0.2014	0.2060	0.1704	0.1977	0.2022	0.1897	0.2090	0.2136	0.2069	0.2102		
$N$	1157	1201	1201	2095	1152	1152	1073	1114	1114	1068	1068		
Legende	Koeffizient (Standardfehler)												

\*\*\*/\*\*/\* kennzeichnet Signifikanz auf dem 1/5/10%-Niveau  
(Standardfehler)

Alle Spalten wurden mit dem Ansatz von Mundlak geschätzt. Die Standardfehler sind robust und nach Firmen geclustert.  
Quellen: KOF Innovationsumfrage (Wellen 2005 und 2008) und die Umfrage "Organisatorischer Wandel und Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien" (2000), eigene Berechnungen.