

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Soziologie = Revue suisse de sociologie  
= Swiss journal of sociology

**Herausgeber:** Schweizerische Gesellschaft für Soziologie

**Band:** 29 (2003)

**Heft:** 3

**Artikel:** Diffusionsmuster von Computerarbeit in der Schweiz : eine Forschungsnotiz

**Autor:** Sacchi, Stefan

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-814984>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 29.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Diffusionsmuster von Computerarbeit in der Schweiz Eine Forschungsnotiz

Stefan Sacchi\*

Die weitreichenden Veränderungen von Wirtschaft und Arbeitswelt werden in der Literatur nicht zuletzt auf die Einführung und die zunehmende Verbreitung von Computeranwendungen zurückgeführt. Dabei wird ein ganzes Spektrum unterschiedlicher Wirkungen auf Arbeitsmarkt und Beschäftigte postuliert. Auf *Makroebene* werden gesamtwirtschaftliche oder branchenbezogene Auswirkungen auf das Beschäftigungsniveau, den Qualifikationsbedarf und das Produktivitäts- bzw. Wirtschaftswachstum erwartet (Cyert und Mowery, 1988; Dostal, 1988, 1999; OECD, 1988; Kugler, Müller und Sheldon, 1989; Kugler und Spycher, 1992; Bellmann, Hilpert und Kistler, 1999; Bellmann und Kohaut, 1999; Arvanitis, Bezzola, Donzé, Hollenstein und Marmet, 2001), aber etwa auch Implikationen für die Segmentation des Arbeitsmarktes (Baden, Kober und Schmid, 1996; Kölling, 2000). Für die einzelnen Beschäftigten – auf der *Mikroebene* – wird die Einführung von Informationstechnologien unter anderem mit dem Lohnniveau (Entorf, Gollac und Kramarz, 1999; Franzen, 2001), der Weiterbildungsbeteiligung (Düll und Bellmann, 1999; Leemann, 1999) und dem berufsinternen Wandel von Arbeitstätigkeiten (Stooss und Troll, 1988; Rose, 1990) in Verbindung gebracht. Auch wenn sich in der neueren Literatur ein Konsens abzeichnet, wonach sich Technologiewirkungen nicht deterministisch im Sinne von fix vorgegebenen «Impacts» einstellen, sondern als Ergebnis eines offenen Aushandlungs- und Implementierungsprozesses (Edwards, 1995), so ist doch klar, dass neue Technologien wichtige Rahmenbedingungen für das Handeln von Betrieben wie Beschäftigten bilden.

Um entsprechende Wirkungen neuer Technologien auch empirisch untersuchen zu können, fehlt es allerdings häufig an geeigneten Indikatoren. In der Schweiz werden zwar im Rahmen des *KOF-Unternehmenspanels* seit 1993 alle drei Jahre diverse Angaben zu den *Innovationsaktivitäten* der schweizerischer Wirtschaft erhoben (Arvanitis et al., 2001). Zudem führt das *Bundesamt für Statistik* schon seit 1983 Erhebungen *über Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten* in der

---

\* Stefan Sacchi, Soziologie, Scheuchzerstrasse 68/70, ETH-Zentrum, SEW E 27, CH-8092 Zürich  
E-Mail: sacchi@soz.gess.ethz.ch

schweizerischen Privatwirtschaft durch.<sup>1</sup> Und schliesslich läuft am *Département für Informatik der Universität Freiburg (DIUF)* bereits seit 1981 eine Untersuchungsreihe über den *Einsatz von EDV-Anlagen und Computern in der Schweizer Wirtschaft*.<sup>2</sup> Um vorübergehende Folgen der Einführung von Informationstechnologien wie auch bleibende, längerfristige Wirkungen ihres Einsatzes in der Arbeitswelt zu untersuchen, wären idealerweise allerdings jährliche, über einen möglichst langen Zeitraum vergleichbare Messungen erforderlich, wie sie bislang nicht zur Verfügung stehen. Im Folgenden wird vor diesem Hintergrund die genannte Erhebungsreihe des Departements für Informatik herangezogen, um für elf Wirtschaftszweige jahresbezogene Messreihen zur Diffusion von Computerarbeit seit Ende der Siebzigerjahre zu konstruieren. Die gebildeten Indikatoren sind im Appendix dokumentiert.

Anzufügen bleibt, dass die durch die Indikatoren abgebildeten Diffusionsprozesse nicht allein wegen der mannigfaltigen *Wirkungen* von Interesse sind, welche dem Einsatz von Informationstechnologien zugeschrieben werden. Vielmehr sind der betriebliche Einsatz und die betriebsübergreifende Diffusion dieser Technologien auch als solche ein legitimes, wenn auch in der Schweiz wenig beackertes Forschungsfeld (siehe aber: Hieronymi, Gabus, Hattemer und Sallin, 1983).

Im Folgenden werde ich zuerst etwas genauer auf die verwendete Datengrundlage eingehen (1), dann die Konstruktion der branchenspezifischen Indikatoren beschreiben (2) und schliesslich die detaillierten deskriptiven Ergebnisse zur Diffusion von Computerarbeit in der schweizerischen Wirtschaft vorstellen (3).

## 1 Datengrundlage

Die Erhebungen des Departements für Informatik werden seit 1981 in unregelmässigen Abständen durchgeführt, wobei jeweils die Verbreitung und der Einsatz

1 Siehe dazu: [http://www.statistik.admin.ch/stat\\_ch/ber15/indic\\_st/ind15d\\_intro.htm](http://www.statistik.admin.ch/stat_ch/ber15/indic_st/ind15d_intro.htm). Daneben existieren weitere Indikatoren zur Nutzung von Informationstechnologien in anderen Lebensbereichen (siehe [http://www.statistik.admin.ch/stat\\_ch/ber20/indic-soc-info/ind20d\\_men.htm](http://www.statistik.admin.ch/stat_ch/ber20/indic-soc-info/ind20d_men.htm)).

2 Die Untersuchungsreihe des Departements für Informatik (früher auch: «Institut für Automation Research»/«Institut für Informatik der Universität Freiburg [IIUF]») ist in folgenden Publikationen dokumentiert: Kühn und Müller (ohne Jahr a, b), Kühn, Müller und Stauffer (ohne Jahr), Lüthi, Schaller und Schweizer (1988), Lüthi, Julmy und Schaller (1989), Lüthi, Kaufmann, Julmy und Schaller (1990), Lüthi, Schaller, Häuschen und Kaufmann (1991), Lüthi, Schaller, Häuschen, Kaufmann und Wismer (1992), Lüthi, Schaller, Diener, Häuschen, Kaufmann und Wismer (1993), Lüthi, Häuschen, Küng, Piccand, Schaller und Wismer (1994), Lüthi, Häuschen, Hodel, Imboden, Küng, Piccand, Schaller und Wismer (1996), Häuschen, Kueng und Wismer (1998), Meier, Häuschen, Hüsemann, Lüthi, Meyer, Wismer und Wohlwender (2000), Departement für Informatik der Universität Freiburg (2002).

unterschiedlicher EDV-Komponenten in der Schweizer Wirtschaft den thematischen Schwerpunkt gebildet hat. Im Rahmen der zugrundeliegenden Firmenbefragungen wird unter anderem die Zahl der von den Unternehmen eingesetzten Bildschirmterminals, Workstations und Personalcomputer erhoben, welche sich auf die Gesamtwirtschaft hochrechnen und grob nach Branchen untergliedern lässt.<sup>3</sup>

Die Summe dieser drei Hardware-Kategorien entspricht dabei ungefähr der Gesamtzahl der Bildschirmarbeitsplätze. Das publizierte Material der neueren Studien weist allerdings seit 1998 keine branchenspezifischen Hochrechnungen mehr aus. Stefan Hüsemann vom Team der Computermarktstudie – bei dem ich mich an dieser Stelle herzlich bedanken möchte – hat sich aber auf Anfrage bereit erklärt, eine entsprechende Spezialauswertung mit den Daten von 1998, 2000 und 2002 durchzuführen, so dass auch die jüngsten Entwicklungen der branchenspezifischen Hardwarebestände nachgezeichnet werden können.

Anhand der publizierten bzw. eigens erstellten Zahlenreihen lassen sich – prinzipiell – auf einfache Weise Indikatoren für die Diffusion der EDV-Technologie in verschiedenen Branchen generieren, indem die in einem gegebenen Jahr und in einer gegebenen Branche vorhandenen Bildschirmterminals und Computer jeweils zur entsprechenden Beschäftigtenzahl in Beziehung gesetzt werden. Bei der Generierung solcher Zeitreihen stellen sich allerdings eine Reihe praktischer Probleme (siehe unten).

## 2 Konstruktion branchenbezogener Diffusions-Indikatoren

Mit der genannten Datenbasis ist es möglich, *für 11 Branchen drei verschiedene Messreihen zur EDV-Diffusion im Zeitraum zwischen 1981 und 2002* zu berechnen. Die Messreihen erfassen näherungsweise das Verhältnis zwischen der Zahl der *Terminals*,<sup>4</sup> der *Personalcomputer*, der *Bildschirmarbeitsplätze* auf der einen und der Zahl der Beschäftigten auf der anderen Seite. Es kann somit empirisch zwischen zwei wesentlichen Phasen der Ausbreitung von EDV-Arbeit differenziert werden, nämlich jene der Einführung von Bildschirmterminals, die ihren Höhepunkt etwa Ende der Achtziger- oder anfangs der Neunzigerjahre erreichte, und dann jene des bis heute anhaltenden Siegeszuges des Personalcomputers. Das verwendete Datenmaterial steht somit mit Blick auf eine Beschreibung der zeitlichen und branchenbezogenen Diffusion von EDV-Anwendungen in der schweizerischen Wirtschaft eindeutig konkurrenzlos da.

3 Die Firmenbefragungen beruhen die jeweils auf einer umfangreichen, nach Betriebsgrösse und Branche geschichteten Zufallsstichprobe aus dem Betriebs- und Unternehmensregister (siehe auch Tabelle 1).

4 Die Begriffe Terminal und Bildschirmterminal werden im Folgenden synonym verwendet.

Neben diesen Vorzügen, weist die verwendete Datenbasis aber auch eine Reihe von Unschärfen und Beschränkungen auf. Diese betreffen die Eingrenzung der Hardware-Kategorien (a), die unregelmässigen Zeitabstände zwischen den einzelnen Erhebungen und die im Zeitverlauf tendenziell abnehmende Genauigkeit der Hochrechnungen (b), die Modifikationen der zugrunde gelegten Brancheneinteilung (c), sowie die fehlenden Angaben über die Entwicklung der Beschäftigung in den einzelnen Branchen (d).

#### a) Abgrenzung der Hardware-Kategorien

Grundsätzlich erfasst die Untersuchungsreihe unter dem Oberbegriff Computer alle «... programmierbaren Universalrechner des kommerziellen, administrativen und technisch-wissenschaftlichen Bereichs.» Dabei werden auf der Ebene der einzelnen Arbeitsplätze grob zwei Hardware-Kategorien unterschieden: Bildschirmterminals und Personalcomputer. Die erste Kategorie ist sachlich relativ gut abgrenzbar und die betreffenden Zahlen scheinen über die Zeit auch ganz gut vergleichbar. Die zweite Kategorie ist dagegen nicht so leicht einzugrenzen, weil die Grenze zwischen Personalcomputern sowie mittleren und grossen Rechnern fließend ist und nicht losgelöst von der rasanten Leistungsentwicklung der Rechner definiert werden kann (Lüthi et al., 1996, 22). Lässt man die Kategorie der Terminals beiseite, so unterscheiden die einzelnen Erhebungen seitens der Computer mit eigenem Prozessor zwischen Personalcomputern, Workstations und Grossrechnern mit mehreren Arbeitsplätzen. Die Unterscheidung von Personalcomputern und Workstations stützt sich dabei auf den Kaufpreis, wobei die Grenze konstant bei 15'000 Franken belassen wurde. Obwohl sich die Kaufkraft dieses kritischen Betrages im Lauf des Untersuchungszeitraums erheblich vermindert hat, schliesst die Kategorie der Personalcomputer aufgrund der stark sinkenden Preise im Zeitverlauf so nach und nach immer leistungsfähigere Einplatzsysteme ein. Mit Blick auf die Erzeugung aussagekräftiger, über die Zeit vergleichbarer Messreihen, werden deshalb am besten alle *Einplatzsysteme mit eigenem Prozessor* – Personalcomputer und Workstations – zusammengefasst. Ausgeschlossen bleiben dabei allerdings die von den neueren Erhebungen zusätzlich erfassten portablen Geräte (Laptops, Notebooks).<sup>5</sup> Bezogen auf die drei Erhebungen zwischen 1981 und 1986 stellt sich zudem das Problem, dass die im Folgenden verwendete Sammelkategorie «Einplatzsysteme mit eigenem Prozessor» der damaligen Einteilung der Rechner bloss näherungsweise entspricht.<sup>6</sup>

5 Zum einen dürfte es sich dabei vorwiegend um Zweitcomputer für unterwegs handeln, die nicht zur weiteren Ausbreitung von EDV-Arbeit auf zusätzliche Beschäftigungsfelder beitragen. Zum anderen fehlen entsprechende Angaben in den Erhebungen vor 1996.

6 Behelfsmässig werden die Hochrechnungen für die «Kleinstsysteme mit einem Kaufpreis bis 24'999.– Franken» (Kategorie IVb) verwendet.

b) Unregelmässiger Erhebungsrythmus und abnehmende Präzision der Hochrechnungen

Da die Einzelstudien der Untersuchungsreihe in wechselnden zeitlichen Abständen durchgeführt worden sind, weisen die Messreihen in manchen Jahren Lücken auf (vgl. Tabelle 1). Bis zur 88er-Studie sind die Erhebungen zunächst annähernd zweijährlich durchgeführt worden, dann bis 1994 etwa jährlich und ab 1994 wiederum etwa zweijährlich. Der weniger dichte Erhebungsrythmus fällt dabei vor 1988 zumindest seitens der Personalcomputer nicht sehr ins Gewicht, weil sich die Computerbestände ohnehin noch auf einem sehr tiefen Niveau bewegt haben. Hingegen ist die Beschreibung der branchenspezifischen Diffusionsverläufe in der zweiten Hälfte der Neunzigerjahre wegen der nun wieder grösseren Zeitabstände zwischen den Erhebungen empirisch weniger gut abgestützt. Dies gilt umso mehr, als auch die Präzision der Hochrechnungen im Laufe der Untersuchungsreihe aus zwei Gründen abgenommen haben dürfte. Erstens beruhen die Hochrechnungen auf zunehmend kleineren Unternehmens-Samples (Tabelle 1), weshalb sie mit einem sich im Laufe der Zeit vergrößernden Stichprobenfehler behaftet sind. Die Verkleinerung des Sampleumfangs fällt dabei auf der Ebene einzelner Branchensamples noch mehr ins Gewicht. Zweitens hat sich auch die Stichprobenausschöpfung im Laufe der Zeit deutlich vermindert, weshalb gegen Ende der Untersuchungsreihe leider auch vermehrt mit *systematischen* Stichprobenverzerrungen zu rechnen ist (siehe Spalte Rücklauf, Tabelle 1).

Tabelle 1: Computermarktstudien: Erhebungsrythmus und Samplemerkmale

Studie	Erhebungszeitpunkt	Erhebungsintervall (Monate)	Sample (N) <sup>1</sup>	Rücklauf (%)
1981	Aug.–Sep. '81	–	3'863	42
1984	Nov.–Dez. '83	27	5'518	51
1986	Nov.–Dez. '85	24	5'528	53
1988	Nov.–Dez. '87	24	5'257	43
1989	Jan '89	14	5'886	49
1990	Jan '90	12	6'081	47
1991	Jan '91	12	5'419	41
1992	Jan '92	12	4'168	33
1993	Jan '93	12	1'936	32
1994	Dez '93	11	1'432	28
1996	Jan '96	25	1'096	21
1998	Jan '98	24	1'140	22
2000	März–April '00	26	891	17
2002	März–April '02	24	1'113	20

Anmerkung:

- 1 Bis 1992 bilden *Arbeitsstätten* die Auswahlseinheiten, seit 1993 *Unternehmen*. Die interessierenden Hochrechnungen dürften davon kaum tangiert werden.



### c) Veränderungen der verwendeten Brancheneinteilung

Die in den einzelnen Studien verwendete Brancheneinteilung ist im Laufe der Zeit leider mehrmals modifiziert worden, was die Vergleichbarkeit der Hochrechnungen aus verschiedenen Jahren teilweise einschränkt.<sup>7</sup> Immerhin wurde von 1984 bis 1992 eine unveränderte Einteilung mit 11 Branchenkategorien verwendet.<sup>8</sup> Bei der ersten Studie im Jahr 1981 sowie wieder ab 1993 wurden einzelne Branchen aber stärker zusammengefasst. *Schema 1* gibt einen Überblick über die *Zusammenfassungen von Branchen*, die durch *grau unterlegte, zusammenhängende Flächen* symbolisiert sind. Im Hinblick auf die Schätzung branchenspezifischer Diffusionsmuster steht man damit vor der unattraktiven Alternative, entweder eine sehr rudimentäre Brancheneinteilung mit lediglich noch fünf Hauptbranchen zugrunde zu legen, oder aber die Hochrechnungen für die zusammengefassten Branchen näherungsweise zu disaggregieren. Da das versuchsweise gewählte Disaggregationsverfahren insgesamt theoretisch plausible Ergebnisse liefert (siehe unten), ist die zweite Option vorzuziehen. Der aggregierte Hardwarebestand wird dabei anhand der Verteilungen in den beiden zeitlich nächstliegenden Studien mit gültigen Angaben auf die detaillierteren Branchenkategorien aufgeteilt.<sup>9</sup> Diese näherungsweise Aufteilung vermag aber selbstverständlich nichts daran zu ändern, dass während der in *Schema 1* grau unterlegten Perioden keine *unabhängigen* Messreihen für die zusammengelegten Branchen verfügbar sind. Neben den Zusammenfassungen von Branchen sind zudem punktuell auch *Umteilungen von kleineren Teilbranchen* vorgenommen worden, welche die Vergleichbarkeit der Zahlen für die elf Branchenkategorien mit früheren und/oder späteren Hochrechnungen beeinträchtigen. Diese Umteilungen sind ebenfalls im *Schema* dokumentiert.

7 Neben den skizzierten Modifikationen des Branchenschlüssels wird die Ermittlung brauchbarer Messreihen auch durch die eher unsystematische und teils lückenhafte Dokumentation der Hochrechnungen im publizierten Material erschwert. So mussten die benötigten branchenspezifischen Hochrechnungen des Hardwarebestandes in einigen Fällen aufgrund des limitierten publizierten Zahlenmaterials (z. B. wurden in manchen Studien die Anteilswerte der Branchen am Hardwarebestand anstelle von Hochrechnungen publiziert) nachberechnet oder punktuell sogar geschätzt werden. Davon sind vor allem die Studien 1990 bis 1992 betroffen.

8 Beratung und EDV wurden dabei von 1990 bis 1992 als separate Branchen ausgewiesen; die betreffenden Hochrechnungen wurden für die Berechnung der Messreihen wieder zusammengefasst.

9 Wo disaggregierte Hochrechnungen aus einer früheren und aus einer späteren Studie vorliegen, werden zuerst die Anteile der detaillierten Branchenkategorien an der jeweiligen Hardwarekategorie für die beiden betreffenden Zeitpunkte ermittelt. Anschliessend wird der zu disaggregierende Hardware-Bestand anhand des umgekehrt proportional zum zeitlichen Abstand gewichteten Mittels der zeitlich «benachbarten» Anteile der detaillierten Branchen aufgeteilt. Für die früheste Studie von 1981 erfolgt die approximative Disaggregation anhand der Werte von 1983.

Schema 1: Modifikationen des verwendeten Branchenschlüssels

Branche	Erhebungsjahre und -perioden					
	1981	1984–1992	1993	1994–1996	1998–2000	2002
1 Verwaltung						
2 öffentliche Stellen						
3 Banken						
4 Versicherungen						
5 Grosshandel						
6 Einzelhandel			A)	A)	A) B)	
7 Beratung / Informatik						
8 andere Dienstleistungen						
9 Baugewerbe						
10 Metallindustrie						
11 übrige Industrie			A)	A)	A)	

Anmerkung:

Grau unterlegt: Vorübergehend aggregierte Branchen. A) Metzgereien und Bäckereien von Branche 11 zu 6. B) Tankstellen, Autoreparatur und -handel von Branche 8 zu 6. C) Strassentransport und Spedition von Branche 8 zu 2. D) Reisebüros von Branche 7 zu 2.

#### d) Bestimmung der Beschäftigungsentwicklung in den elf Branchen

Die in Schema 2 dargestellte Brancheneinteilung wird – unter Berücksichtigung der erwähnten Umteilungen im Zeitverlauf (A bis D) – auch herangezogen, um die für die Berechnung der Indikatoren benötigten Beschäftigungsreihen für die elf Wirtschaftszweige zu generieren. Als Basis dient dafür in erster Linie ein vom Bundesamt für Statistik zur Verfügung gestelltes Datenfile, das die Entwicklung der Beschäftigung innerhalb der detailliertesten Branchenkategorien (NOGA-Fünfsteller) für die Betriebszählungen 1985, 1991, 1995 und 1998 dokumentiert.<sup>10</sup> Damit können zunächst die Beschäftigtenzahlen der elf Branchen für die vier Betriebszählungsjahre exakt gemäss der Kategorisierung in Schema 1 ermittelt werden. Zusätzlich werden auch publizierte Daten der Betriebszählung 1975 herangezogen, um in guter Näherung auch die damalige Beschäftigung abzuschätzen.<sup>11</sup> Auf der Basis der so generierten Eckwerte wird schliesslich eine lineare

<sup>10</sup> Teilzeitbeschäftigte sind ebenfalls berücksichtigt.

<sup>11</sup> Die betreffenden Zahlen sind einem Tabellenband der Betriebszählung 1985 (Bundesamt für Statistik, 1986) entnommen, der eine sehr nützliche Gegenüberstellung zur Betriebszählung 1975 auf der Basis detaillierter Branchenkategorien enthält.



Interpolation vorgenommen, um die Branchenbeschäftigung auch für die interessierenden Erhebungszeitpunkte (siehe Tabelle 1) zwischen den Betriebszählungsjahren zu bestimmen.

Mit den jahresbezogenen Beschäftigtenzahlen für die elf Branchen sowie den bereinigten, ebenfalls branchenbezogenen Hochrechnungen des Bestandes an Personalcomputern, Terminals und Bildschirmarbeitsplätzen aus den vierzehn Teilstudien können nun problemlos *Rohwerte der Indikatoren für die Diffusion der EDV-Arbeit* berechnet werden. Dafür werden die drei letztgenannten Messreihen zum Hardware-Bestand durch die Beschäftigtenzahlen dividiert. Wie es nicht anders zu erwarten ist, weisen die so generierten Reihen allerdings relative starke lokale Schwankungen und vereinzelte Ausreisser auf, welche teils auf zufällige Stichprobenfehler, teils auf systematische Verzerrungen aufgrund der skizzierten Limitationen der Datenbasis zurückgehen dürften.<sup>12</sup>

#### Induktive Schätzung der Diffusionsfunktionen mittels LLR-Interpolation

Um solche lokalen Schwankungen auszugleichen, wird *mittels eines LLR-Algorithmus eine geglättete, stetige und somit theoretisch plausiblere Diffusionsfunktion an die Rohwerte angepasst*.<sup>13</sup> Da die visuelle Inspektion der Rohwerte grösstenteils auf eine je nach Branche sehr variable Diffusionsgeschwindigkeit und teils mehrere, zeitlich voneinander abgesetzte Wachstumsschübe hinweisen, erstaunt es wenig, dass entsprechende Versuche, parametrische, etwa logistische Diffusionsfunktionen an diese Daten anzupassen, keine befriedigenden Resultate liefern.<sup>14</sup> Aufgrund des beschränkten Vorwissens kann auch nicht viel mehr erwartet werden, als dass die Messreihen für Personalcomputer und Bildschirmarbeit stetige, monoton steigende Diffusionsverläufe abbilden. Und seitens Terminals scheint eine stetige Funktion mit einem Maximum so gegen Ende der Achtziger- oder anfangs der Neunzigerjahre theoretisch plausibel. Allenfalls mit Ausnahme einzelner Pionierbranchen ist zudem erst etwa ab 1980 mit einer nennenswerten Anzahl von Computerarbeitsplätzen zu rechnen. Weitergehende Erwartungen betreffend Timing, Reichweite

12 Einzelne Ausreisser in den Rohwerten sind von der Schätzung ausgeschlossen worden, da sie diese offensichtlich auf unplausible Weise verfälschen. Dies betrifft den 98er Rohwert für Personalcomputer und Bildschirme für die Branche «Versicherungen», die entsprechenden Rohwerte für «Banken», «Grosshandel», «Beratung /EDV» und «Metallindustrie» für das Jahr 2002 sowie den Rohwert für die Terminaldichte in der Baubranche im selben Jahr.

13 Der verwendete «Local Linear Regression»-Algorithmus stützt sich bei der Generierung der Diffusionsfunktion jeweils auf die Punktschätzungen der vier zeitlich nächstliegenden Studien ab. Die Lokalisierung der Untersuchungen auf der Zeitachse gemäss Tabelle 1 ist dabei die einzige, in Monaten metrisch skalierte Prädiktorvariable der OLS-Schätzung. Versuche, dem LLR-Algorithmus statt der OLS- eine WLS-Schätzung zugrunde zu legen, welche den über die Zeit variablen Umfang der einzelnen Branchensamples berücksichtigt, haben nahezu unveränderte Ergebnisse geliefert.

14 Allerdings ist der Anpassung komplexerer, parametrischer Diffusionsmodelle auch durch die geringe Zahl der Messpunkte Grenzen gesetzt (Mahajan und Peterson, 1985).

und Tempo der Diffusion von Computerarbeit innerhalb der elf Branchen, die bei der Spezifikation eines parametrischen Modells einfließen könnten, lassen sich indessen schwerlich begründen.

### 3 Branchenspezifische Diffusionsmuster von Computerarbeit

Die Ergebnisse der LLR-Interpolationen bestätigen die allgemeinen Erwartungen, die im letzten Abschnitt formuliert worden sind, in hohem Masse, wie die im Anhang aufgeführten Grafiken 1–11 für die elf Branchen belegen. Auf der Y-Achse ist jeweils das Verhältnis zwischen der Zahl der Hardware-Einheiten und der Zahl der Beschäftigten aufgetragen, die X-Achse entspricht der Zeitachse. Die Marker in den Grafiken repräsentieren die zugrundeliegenden Punktschätzungen aus den 14 Einzelstudien der Untersuchungsreihe, die Linien die LLR-Interpolationen. Die schwarzen, rechteckiger Marker und die stärkeren der durchgezogenen Linien stellen dabei die Ergebnisse für die Bildschirmarbeit dar, rechteckige weisse Marker kombiniert mit durchgezogenen feinen Linien jene für die Personalcomputer und kreisförmige Marker mit gestrichelten feinen Linien jene für die Terminals. Bei der Interpretation der Grafiken gilt es zu beachten, dass die Y-Achse je nach Branche sehr unterschiedliche Wertebereiche abdeckt. Während in der Verwaltung und bei den Banken die Zahl der Bildschirme und Personalcomputer jene der Beschäftigten gemäss den Schätzergebnissen in jüngster Zeit deutlich übersteigt, kommen etwa im Bau oder in der Metallindustrie nach wie vor weniger als 4 Computer auf 10 Beschäftigte.

In der Mehrzahl der Branchen entsteht etwa ums Jahr 1980 erstmals eine nennenswerte Anzahl von Terminalarbeitsplätzen. Die weitere Ausbreitung von Computerarbeit hat dann je nach Branche ein sehr unterschiedliches Tempo und Ausmass. In manchen Branchen können zudem zwei zeitlich deutlich voneinander abgesetzte Diffusionsschübe unterschieden werden, so etwa in der Branche «Beratung/Informatik». Ab Mitte der Achtzigerjahre werden die vor allem in Banken, Versicherungen sowie in der Verwaltung sehr bedeutenden Terminalbestände zunächst durch Personalcomputer ergänzt und dann – etwa ab 1990 – in allen Branchen zusehends verdrängt. Mit wenigen Ausnahmen scheint sich die Diffusionsprozesse im Jahr 2002 einem Sättigungspunkt zu nähern, oder diesen gar schon erreicht zu haben.

Vereinzelt weisen die Diffusionskurven für Bildschirmarbeit und Personalcomputer auch – nicht ganz hypothesenkonform – *lokale Minima* auf, wobei der Rückgang gegenüber früheren Messwerten aber in keinem Fall substantiell ausfällt. Eine weitere kleine Inkonsistenz in den Schätzergebnissen ist darin zu sehen, dass die Terminalbestände einzelner Branchen zu Beginn der Messreihen den Gesamtbestand an Computerarbeitsplätzen leicht übersteigen. Zu erwarten wäre

stattdessen ein anfänglich deckungsgleicher Verlauf. Vielleicht mit Ausnahme der Bankbranche sind die Abweichungen zwischen den beiden Reihen indes klein und kaum interpretierbar.

Bereinigte, jahresbezogene Indikatoren auf der Basis der Diffusionskurven

Auf der Basis der mittels LLR angepassten, in den Grafiken dargestellten Diffusionskurven werden nun in einem letzten Schritt bereinigte, jährliche Schätzwerte zur Verbreitung von Bildschirmarbeitsplätzen, Personalcomputern und Terminals in den elf Branchen gebildet. Die Rohwerte erfassen für die 14 Einzelerhebungen jeweils das Verhältnis zwischen der Zahl der Geräte einer Hardwarekategorie und der Zahl der Beschäftigten (inkl. Teilzeit). Da den LLR-Interpolationen aber eine metrische, in Monaten gemessene Zeitachse zugrundeliegt, können damit ohne weiteres auch Schätzwerte für prinzipiell beliebige, monatsgenau wählbare Zeitpunkte zwischen den 14 Erhebungszeitpunkten ermittelt werden. Auf diese Weise werden für den gesamten Zeitraum 1977 bis 2002 Schätzwerte mit fixen Jahresintervallen erzeugt.<sup>15</sup> Im Zeitraum vor 1981 fallen allerdings die meisten der so erzeugten Messreihen früher oder später leicht unter Null, je weiter man sich in der Zeit «rückwärts» auf das Jahr 1977 hin bewegt. Die betreffenden negativen Werte werden auf Null zurückgesetzt. Die Schätzwerte zur Ausbreitung der Personalcomputer und Bildschirmarbeit werden des weiteren auch noch geringfügig modifiziert, um die punktuell zu beobachtenden, theoretisch aber unplausiblen lokalen Minima in den LLR-Reihen auszugleichen. Die Modifikation stellt sicher, dass die betreffenden Messgrößen zu keinem Zeitpunkt unter das im Vorjahr erreichte Niveau fallen.<sup>16</sup> Die drei so bereinigten *Indikatoren für das Niveau des Informatikeinsatzes* sind im Appendix dokumentiert.<sup>17</sup>

## 4 Fazit

Die präsentierten Auswertungen dokumentieren bedeutende Unterschiede zwischen den elf betrachteten Branchen sowohl was den zeitlichen Verlauf als auch was das erreichte Niveau der Verbreitung von Computerarbeit betrifft. Die konstruierten Indikatoren vermitteln ein insgesamt plausibles Bild der zugrundelie-

15 Es wird jeweils der Schätzwert für den Monat März verwendet.

16 Die LLR-Interpolationen für Bildschirme und Personalcomputer zeigen vereinzelt auch kleinere, nicht substantielle lokale Minima, wie die Grafiken illustrieren. Die Bereinigung der Reihen um diese Minima scheint angebracht, weil es bezogen auf die beiden angesprochenen Diffusionsprozesse theoretisch wenig plausibel scheint, von einem vorübergehenden Rückgang der Computerbestände auszugehen. LLR-Schätzwerte, welche tiefer als der entsprechende Schätzwert für einen vorangehenden Messzeitpunkt liegen, werden auf dessen Niveau angehoben.

17 Sie können zudem beim Autor auch als Datenfile bezogen werden.

genden Diffusionsprozesse und können somit für weiterführende Forschungen über Voraussetzungen und Wirkungen der Ausbreitung von Computeranwendungen in der schweizerischen Wirtschaft herangezogen werden. Sie bieten sich unter anderem an, um theoretische Annahmen zu prüfen, welche auf *irreversible, langfristige Auswirkungen* der zunehmenden Verbreitung von Computerarbeit zielen.<sup>18</sup> Mit den drei Indikatoren können zudem auf einfache Weise auch *Messgrößen für die Diffusionsgeschwindigkeit* der drei Arten von Computerarbeit generiert werden. Derartige Messgrößen sind vor allem für die Untersuchung von *vorübergehenden, reversiblen Auswirkungen* der Computerisierung geeignet, welche unmittelbar mit der *Einführung* der jeweiligen Technologie zusammenhängen.

## 5 Appendix

### A) Abgrenzung der elf Branchen

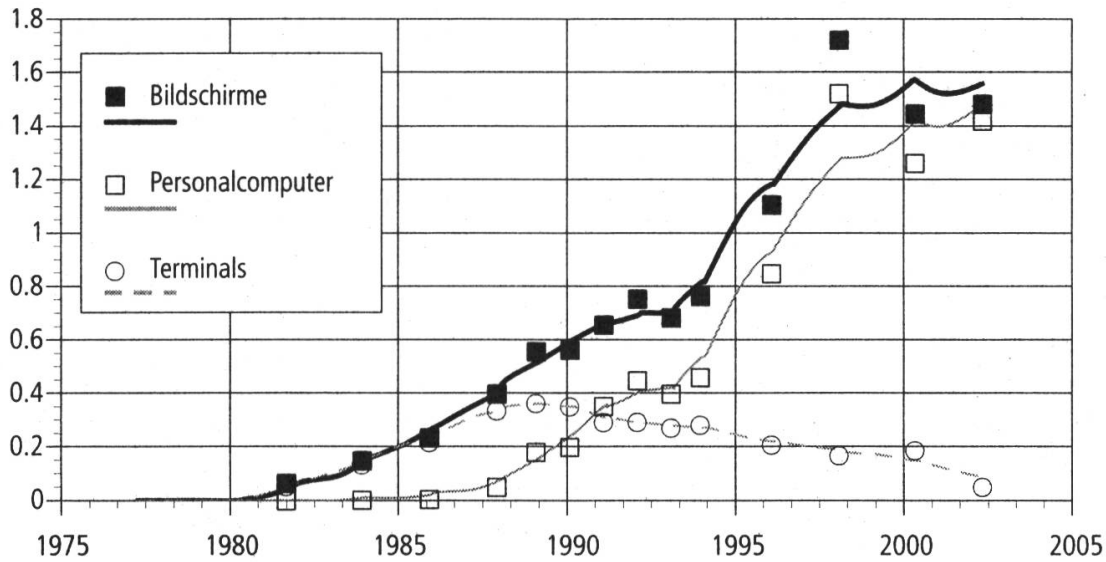
Da bei der Generierung der Messwerte eine maximale Vergleichbarkeit mit der einheitlichen, im Zeitraum 1984 bis 1992 verwendeten Branchencodierung der Computemarktstudie angestrebt wurde (siehe Schema 1), werden die Indikatorreihen am besten anhand dieser Einteilung (sowie natürlich der Jahresangabe) mit anderen Datensätzen verknüpft. Deren Brancheneinteilung stützt sich auf die «Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige» des Bundesamtes für Statistik von 1985 ab (Mangold, 1985).

Schema 2: Branchenschlüssel für die Verknüpfung mit externen Daten

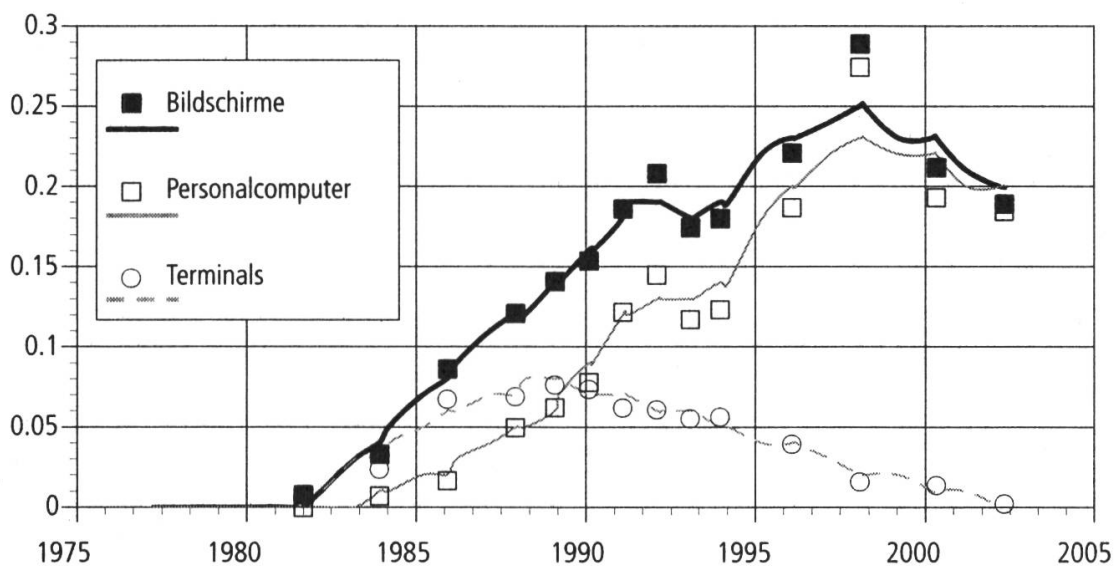
Branchen	Zugehörige Codes der «Allgemeinen Systematik der Wirtschaftszweige»
1 Verwaltung	9
2 öffentliche Stellen	61, 63, 64, 66, 81, 833, 834, 85, 86
3 Banken	71
4 Versicherungen	72
5 Grosshandel	51, 52, 53, 54
6 Einzelhandel	55, exkl. 5'521 und 5'524
7 Beratung / Informatik	652, 75, 87
8 andere Dienstleistungen	57, 58, 62, 651, 73, 74, 76, 82, 831, 832, 835, 88
9 Baugewerbe	4 exklusive 421
10 Metallindustrie	34, 35, 36, 37, 421
11 übrige Industrie	1, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 38, 84, 5'521, 5'524

18 Dafür genügt es, die Veränderungen der drei im Appendix ausgewiesenen Niveauindikatoren gegenüber dem zugehörigen Vorjahreswert zu berechnen.

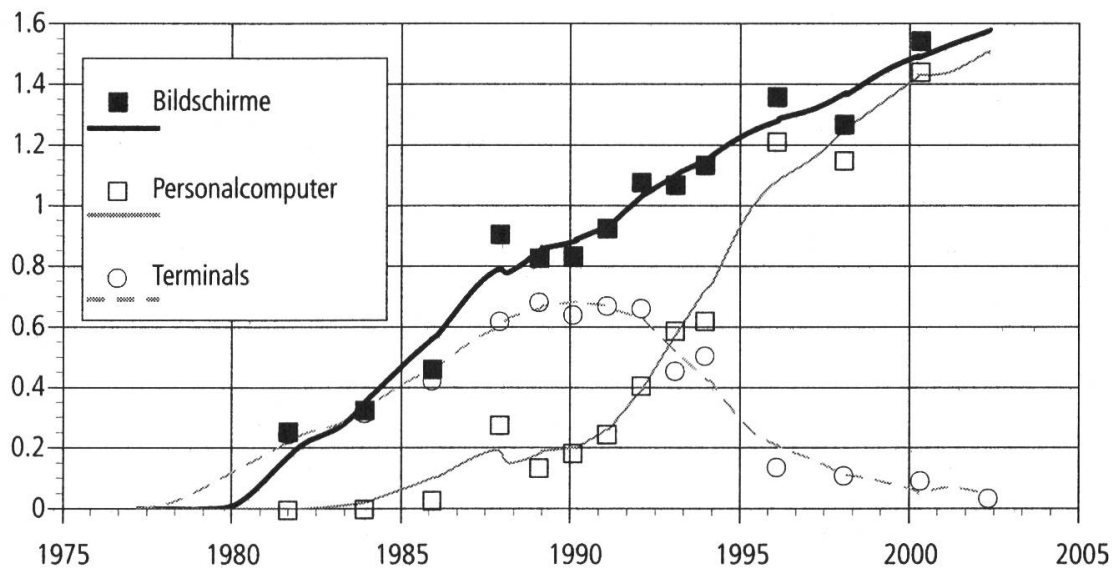
Grafik 1: Verwaltung



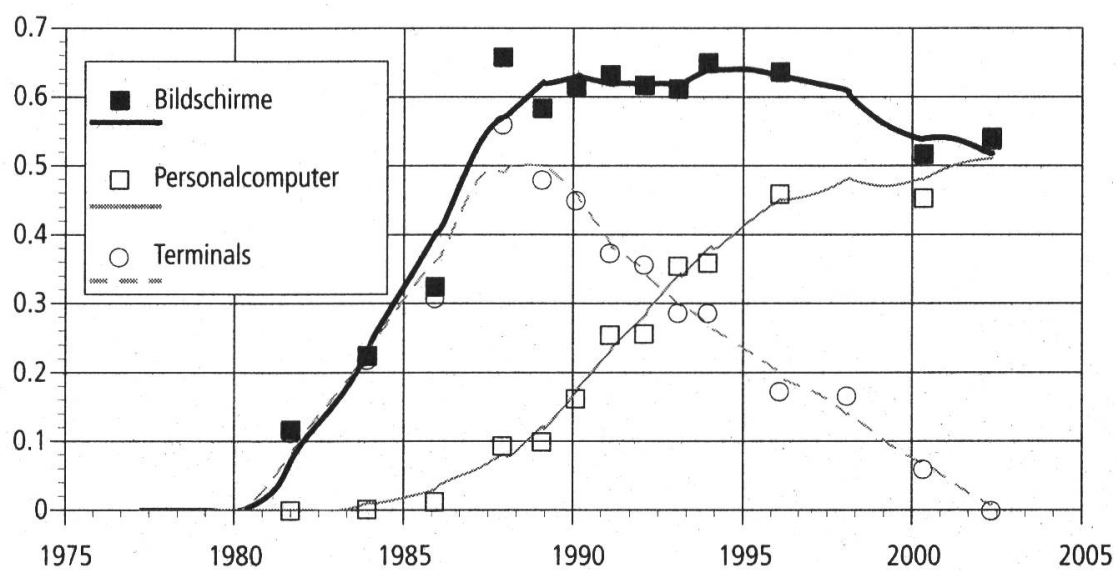
Grafik 2: Öffentliche Stellen



Grafik 3: Banken

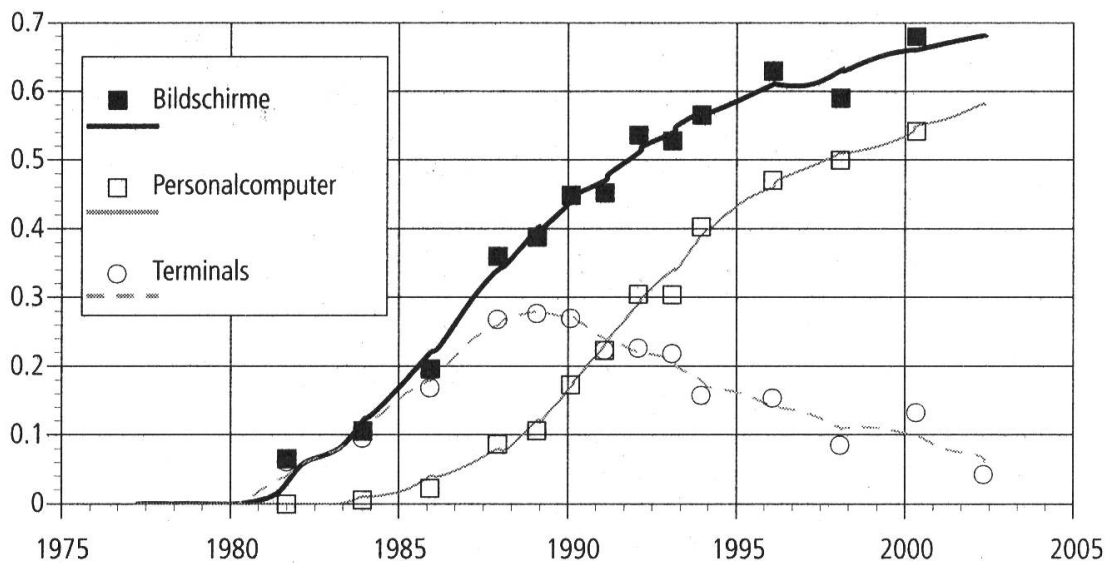


Grafik 4: Versicherungen

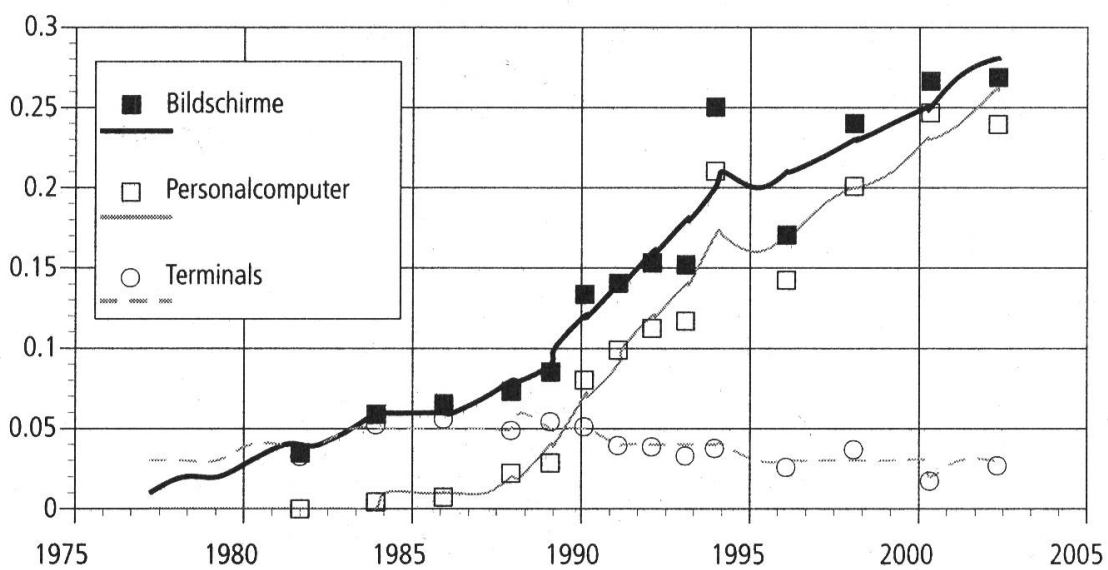




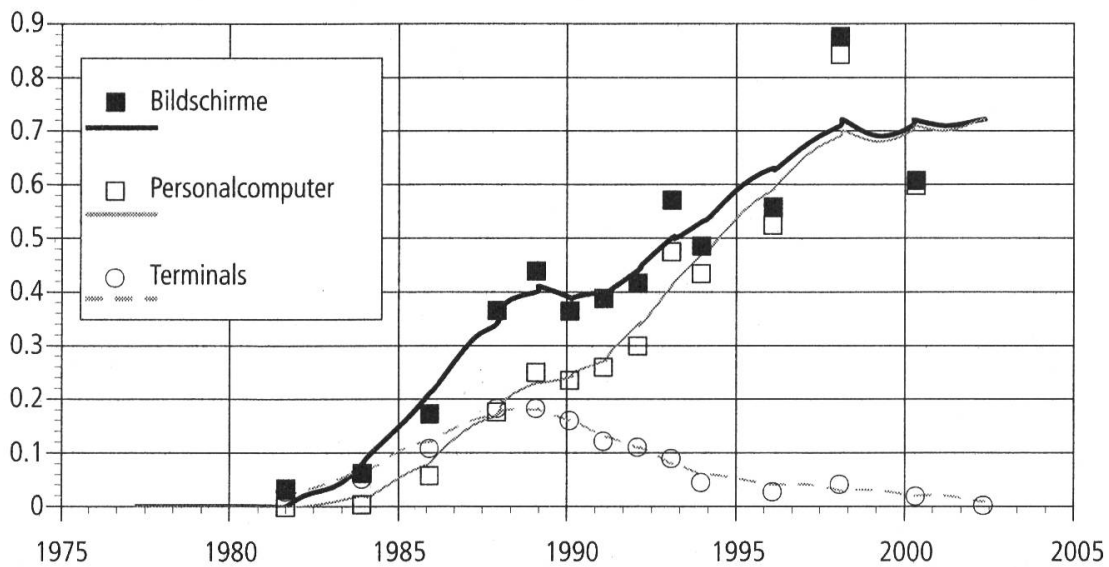
Grafik 5:       Grosshandel



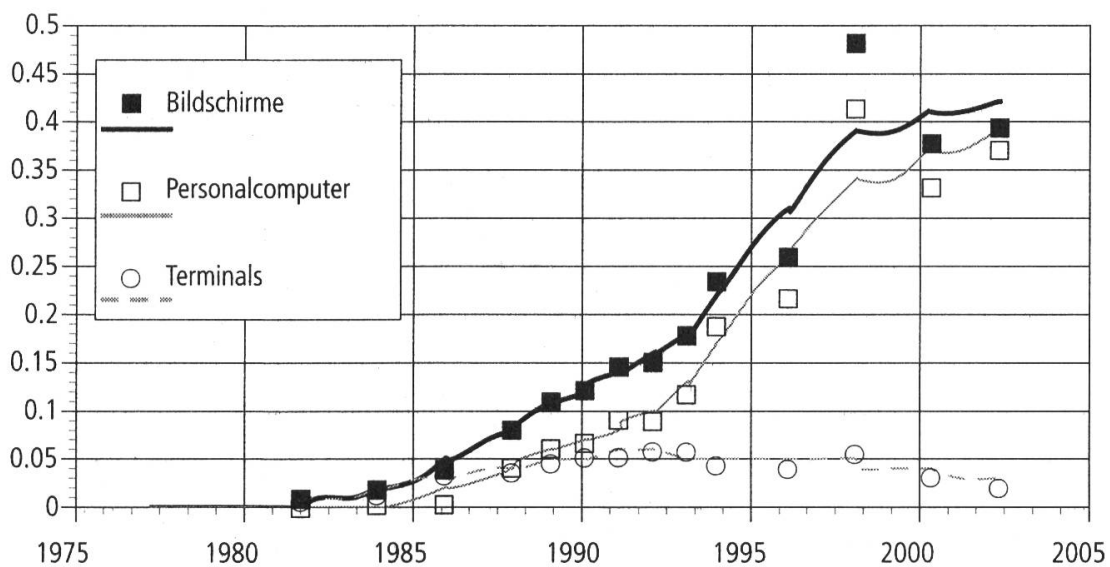
Grafik 6:       Einzelhandel



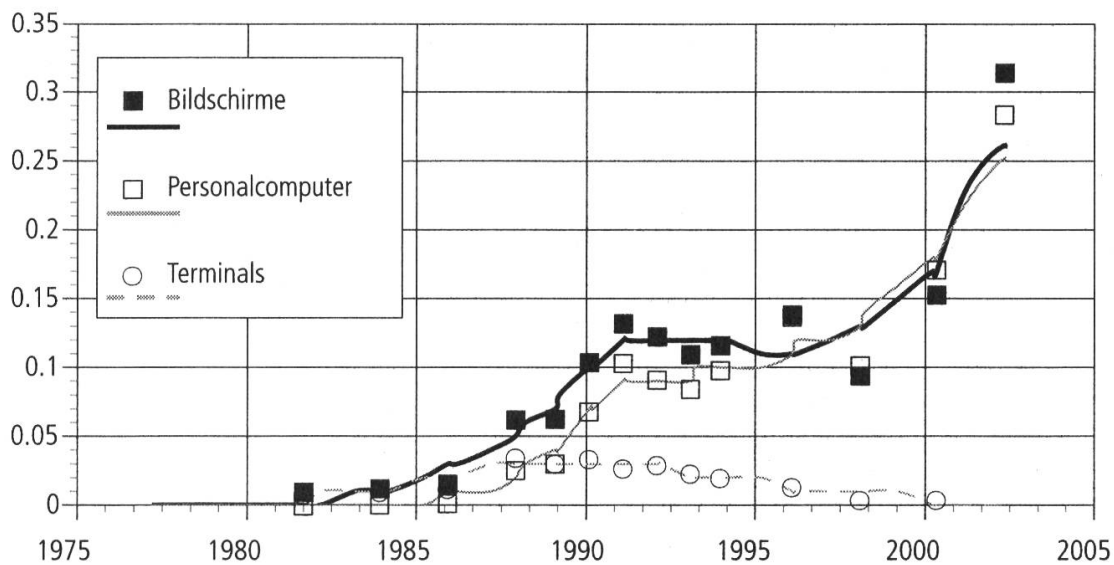
Grafik 7: Beratung/EDV



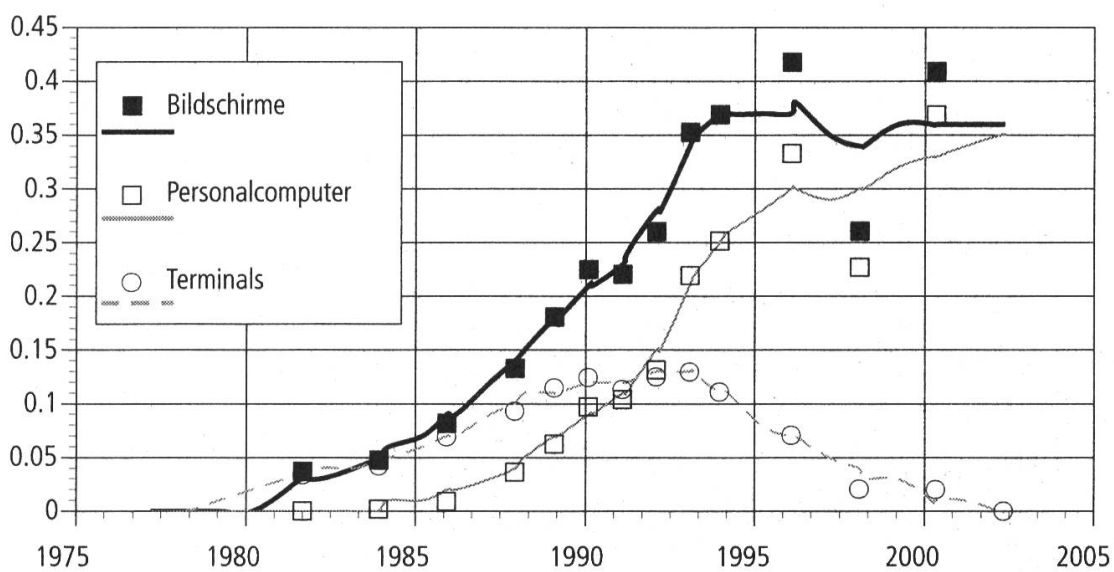
Grafik 8: Andere Dienstleistungen



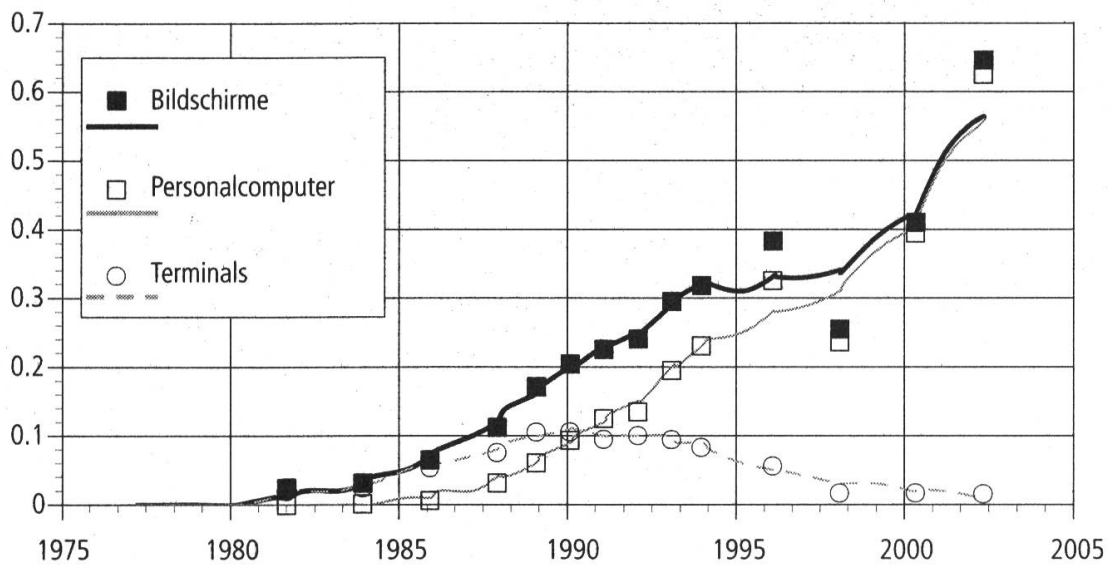
Grafik 9: Baugewerbe



Grafik 10: Metallindustrie



Grafik 11:      Übrige Industrie



B) Branchenspezifische Messreihen zur Diffusion von Informationstechnologien (Anzahl Hardware-Einheiten im Verhältnis zur Zahl der Beschäftigten)

Bildschirmarbeitsplätze	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Verwaltung	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.07	0.09	0.16	0.21	0.28	0.35	0.45	0.52	0.60	0.66	0.70	0.72	0.84	1.08	1.19	1.36	1.48	1.56	1.56	1.56
öffentliche Stellen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11	0.12	0.14	0.16	0.19	0.19	0.19	0.19	0.22	0.23	0.24	0.25	0.25	0.25	0.25
Banken	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.12	0.22	0.27	0.38	0.49	0.59	0.73	0.78	0.86	0.89	0.94	1.04	1.11	1.17	1.24	1.29	1.32	1.37	1.44	1.49	1.53
Versicherungen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.11	0.17	0.26	0.34	0.42	0.53	0.58	0.62	0.63	0.63	0.63	0.63	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
Grosshandel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.08	0.13	0.18	0.23	0.30	0.35	0.40	0.45	0.48	0.52	0.55	0.57	0.59	0.61	0.61	0.63	0.65	0.66	0.68
Einzelhandel	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.21	0.21	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.27
Beratung / Informatik	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.10	0.16	0.23	0.31	0.38	0.41	0.41	0.41	0.45	0.50	0.54	0.60	0.63	0.68	0.72	0.72	0.72	0.72
andere Dienstleistungen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.14	0.16	0.18	0.23	0.28	0.31	0.36	0.39	0.41	0.41	0.41	0.42
Bau	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23
Metallindustrie	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.04	0.06	0.07	0.09	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.28	0.35	0.37	0.37	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
übrige Industrie	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.08	0.10	0.14	0.17	0.20	0.23	0.25	0.30	0.32	0.32	0.33	0.33	0.34	0.39	0.42	0.51	0.56
Personalcomputer	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Verwaltung	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.04	0.09	0.16	0.25	0.35	0.41	0.43	0.56	0.81	0.95	1.14	1.28	1.30	1.40	1.40	1.47
öffentliche Stellen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.09	0.12	0.13	0.13	0.14	0.18	0.20	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Banken	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.07	0.11	0.17	0.17	0.19	0.20	0.27	0.41	0.59	0.75	0.97	1.09	1.16	1.26	1.34	1.42	1.44	1.50
Versicherungen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.12	0.18	0.24	0.29	0.34	0.38	0.42	0.45	0.46	0.48	0.48	0.48	0.50	0.51
Grosshandel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.12	0.18	0.24	0.30	0.34	0.40	0.44	0.47	0.49	0.51	0.52	0.54	0.56	0.58
Einzelhandel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.07	0.10	0.12	0.14	0.17	0.17	0.17	0.19	0.20	0.21	0.23	0.24	0.26
Beratung / Informatik	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06	0.10	0.15	0.20	0.23	0.25	0.28	0.34	0.42	0.48	0.55	0.60	0.66	0.70	0.70	0.70	0.70	0.72
andere Dienstleistungen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.13	0.18	0.23	0.27	0.31	0.34	0.34	0.37	0.37	0.39
Bau	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.04	0.07	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.12	0.12	0.14	0.16	0.18	0.22	0.25
Metallindustrie	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11	0.15	0.22	0.26	0.28	0.30	0.30	0.30	0.32	0.33	0.34	0.35
übrige Industrie	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.07	0.10	0.13	0.15	0.20	0.24	0.25	0.28	0.29	0.32	0.37	0.40	0.50	0.55
Terminals	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Verwaltung	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.07	0.11	0.16	0.21	0.25	0.31	0.35	0.36	0.35	0.31	0.29	0.28	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15	0.12	0.09
öffentliche Stellen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00
Banken	0.00	0.02	0.07	0.13	0.19	0.25	0.28	0.35	0.42	0.48	0.56	0.63	0.67	0.68	0.66	0.62	0.51	0.41	0.27	0.20	0.16	0.11	0.09	0.06	0.07	0.05
Versicherungen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.12	0.18	0.25	0.32	0.38	0.48	0.50	0.50	0.45	0.38	0.34	0.30	0.26	0.23	0.19	0.17	0.14	0.10	0.07	0.04	0.01
Grosshandel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.06	0.08	0.12	0.16	0.19	0.24	0.27	0.28	0.27	0.24	0.22	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.01
Einzelhandel	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Beratung / Informatik	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.05	0.07	0.11	0.13	0.16	0.18	0.18	0.16	0.13	0.11	0.08	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01
andere Dienstleistungen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03
Bau	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Metallindustrie	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13	0.11	0.08	0.07	0.05	0.03	0.03	0.01	0.01	0.00
übrige Industrie	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01

## 6 Literaturverzeichnis

- Arvanitis, Spyros; Monica Bezzola, Laurent Donzé, Heinz Hollenstein et al. (2001), *Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft*, Studie im Auftrag des Staatssekretariats für Wirtschaft, Staatssekretariat für Wirtschaft: Bern.
- Baden, Christian; Thomas Kober und Alfons Schmid (1996), *Arbeitsmarktsegmentation im technologischen Wandel. Wirkungen neuer Informationstechnologien auf Struktur und Funktionsweise von Arbeitsmärkten*, Edition Sigma: Berlin.
- Bellmann, Lutz; Markus Hilpert und Ernst Kistler (1999), Technik und Beschäftigung, Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung (ISF) u. a., Hrsg., *Arbeitsmarkt*, Jahrbuch Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung, 215–254, Edition Sigma: Berlin.
- Bellmann, Lutz und Susanne Kohaut (1999), Betriebliche Beschäftigungsentwicklung und Innovationsaktivitäten, *Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung* 32/4, 416–422.
- Bundesamt für Statistik (1986), *Arbeitsstätten und Beschäftigte nach Wirtschaftsarten. Betriebszählung 1985, Schweiz, Bd. 2*, Bd. 086 der Reihe Amtliche Statistik der Schweiz, Bundesamt für Statistik: Bern.
- Cyert, Richard M. und David C. Mowery (1988), *The Impact of Technological Change on Employment and Economic Growth*, Ballinger: Cambridge (Mass.).
- Departement für Informatik der Universität Fribourg (2002), *Internet & Customer Relationship Management*, Universität Fribourg, Bundesamt für Statistik & KPMG Consulting: Freiburg.
- Dostal, Werner (1988), Beschäftigungswandel in der Druckerei- und Vervielfältigungsindustrie, *Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung* 21/1, 97–114.
- Dostal, Werner (1999), Beschäftigungsgewinne in Informationsberufen, *Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung* 32/4, 448–460.
- Düll, Herbert und Lutz Bellmann (1999), Der unterschiedliche Zugang zur betrieblichen Weiterbildung nach Qualifikation und Berufsstatus. Eine Analyse auf der Basis der IAB-Betriebspanels 1997 für West- und Ostdeutschland, *Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung* 32/1, 70–84.
- Edwards, Paul N. (1995), From <Impacts> to Social Processes: Computers in Society and Culture, in: Sheila Jasanoff, Gerald E. Markle, James C. Peterson und Trevor Pinch, Hrsg., *Handbook of Science and Technology Studies*, 257–285, Sage: Thousand Oaks.
- Entorf, Horst; Michel Gollac und Francis Kramarz (1999), New Technologies, Wages and Worker Selection, *Journal of Labor Economics* 17/3, 464–491.
- Franzen, Axel (2001), Wages and the Use of New Technologies: An Empirical Analysis of the Swiss Labour Market, *Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik* 137/4, 505–523.
- Häuschen, Harald; Peter Kueng und Daniel Wismer, Hrsg., (1998), *Informationstechnologien in Schweizer Unternehmen*, St.-Canisius: Freiburg.
- Hieronimi, Otto; André Gabus, Hermann Hattemer und Eugénie Sallin (1983), *La diffusion de nouvelles technologies en Suisse*, Georgi: Saint-Saphorin.
- Kölling, Arnd (2000), Beeinflussen Innovationen und moderne Technologien die Beschäftigtenstruktur und die Nachfrage nach atypischen Beschäftigungsverhältnissen, Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung (ISF) usw., Hrsg., *Innovation und Arbeit*, Jahrbuch Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung, 149–192, Edition Sigma: Berlin.
- Kugler, Peter; Urs Müller und George Sheldon (1989), Arbeitsmarktwirkungen moderner Technologien – eine ökonometrische Untersuchung für die Bundesrepublik Deutschland, Ronald Schettkat und Michael Wagner Hrsg., *Technologischer Wandel und Beschäftigung*, 207–233, de Gruyter: Berlin.
- Kugler, Peter und Stefan Spycher (1992), Der Einfluss des Technologiewandels auf die Struktur der Arbeitsnachfrage in der Schweiz von 1950–1988, *Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik* 128/4, 617–641.



- Kühn, R. und H. Müller (ohne Jahr-a), *EDV-Einsatz in Schweizer Betrieben 1981*, Institut für Automation und Operations Research der Universität Freiburg und Institut für Markanalysen (IHA), IHA: Hergiswil.
- Kühn, R. und H. Müller (ohne Jahr-b), *EDV-Einsatz in Schweizer Betrieben 1983*, Institut für Automation und Operations Research der Universität Freiburg und Institut für Markanalysen (IHA), IHA: Hergiswil.
- Kühn, R.; H. Müller und O. Stauffer (ohne Jahr), *EDV-Einsatz in Schweizer Betrieben*, Institut für Automation und Operations Research der Universität Freiburg und Institut für Markanalysen (IHA), IHA: Hergiswil.
- Leemann, Regula Julia (1999), Determinanten beruflicher Weiterbildung: Eine empirische Überprüfung konkurrierender Theorien, *Schweizerische Zeitschrift für Soziologie* 1999/2, 217–258.
- Lüthi, Ambros; Harald Häuschen, Thomas B. Hodel, Helmut Imboden et al. (1996), *Einsatz und Entwicklung von Informationstechnologien in Schweizer Unternehmen 1996*, Institut für Automation und Operations Research der Universität Freiburg und Institut für Markanalysen (IHA), St.-Canisius: Freiburg.
- Lüthi, Ambros; Harald Häuschen, Peter Küng, Trudi Piccand et al. (1994), *Einsatz von Informationstechnologien in Schweizer Unternehmen 1994*, Institut für Automation und Operations Research der Universität Freiburg und Hergiswil Institut für Markanalysen (IHA), Hrsg., St.-Canisius: Freiburg.
- Lüthi, Ambros; Reto Julmy und Thomas Schaller (1989), *Informatik-Einsatz in Schweizer Betrieben 1989*, Institut für Automation und Operations Research der Universität Freiburg und Hergiswil Institut für Marktanalysen (IHA), St.-Canisius: Freiburg.
- Lüthi, Ambros; Trudi Kaufmann, Reto Julmy und Thomas Schaller (1990), *Einsatz von Informationstechnologien in Schweizer Betrieben 1990*, Institut für Automation und Operations Research der Universität Freiburg und Institut für Markanalysen (IHA), St.-Canisius: Freiburg.
- Lüthi, Ambros; Thomas Schaller, Andreas Diener, Harald Häuschen et al. (1993), *Einsatz von Informationstechnologien in Schweizer Unternehmen 1993*, Institut für Automation und Operations Research der Universität Freiburg und Institut für Markanalysen (IHA), St.-Canisius: Freiburg.
- Lüthi, Ambros; Thomas Schaller, Harald Häuschen und Trudi Kaufmann (1991), *Einsatz von Informationstechnologien in Schweizer Betrieben 1991*, Institut für Automation und Operations Research der Universität Freiburg und Institut für Markanalysen (IHA), St.-Canisius: Freiburg.
- Lüthi, Ambros, Thomas Schaller, Harald Häuschen, Trudi Kaufmann et al. (1992), *Einsatz von Informationstechnologien in der Schweiz 1992*, Institut für Automation und Operations Research der Universität Freiburg und Institut für Markanalysen (IHA), St.-Canisius: Freiburg.
- Lüthi, Ambros; Thomas Schaller und Véronique Schweizer (1988), *Informatik-Einsatz in Schweizer Betrieben 1988*, Institut für Automation und Operations Research der Universität Freiburg und Institut für Marktanalysen (IHA), St.-Canisius: Freiburg.
- Mahajan, Vijay und Robert A. Peterson (1985), *Models for Innovation Diffusion*. Bd. 48 der Reihe Quantitative Applications in the Social Science, Michael S. Lewis-Beck, Hrsg., Sage: Newbury Park.
- Meier, Andreas; Harald Häuschen, Stefan Hüsemann, Ambros Lüthi et al. (2000), *Étude de marché sur internet und leBusiness*, Universität Fribourg und KPMG Consulting: Freiburg.
- OECD (1988), Technology and Employment, *Employment Outlook* 6, 173–193.
- Rose, Helmuth (1990), *Programmieren in der Werkstatt. Perspektiven für Facharbeit mit CNC-Maschinen*, Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung (ISF), Hrsg., Campus: Frankfurt.
- Stooss, Friedemann und Lothar Troll (1988), Das Arbeitsmittel-Konzept als Instrumentarium zur Beobachtung des beruflichen Wandels, *Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung* 21/1, 16–33.