cepe
Centre for Energy Policy and Economics
Swiss Federal Institutes of Technology

Veränderung der Elektrizitätskennzahlen im Dienstleistungssektor in der Stadt Zürich und im Kanton Genf

Bernard Aebischer

Im Auftrag des Bundesamtes für Energie

CEPE Report Nr. 1
November 1999

CEPE
ETH Zentrum, WEC
CH-8092 Zürich
www.cepe.ethz.ch

ETH Eidgenössische Technische Hochschule Zürich Swiss Federal Institute of Technology Zurich
EPFL ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE
PAUL SCHERRER INSTITUT PSI

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 1

1 Einleitung 2

2 Zielsetzung und methodisches Vorgehen 4

3 Elektrizitätskennzahlen in der Stadt Zürich und im Kanton Genf 8

- 3.1 Energiekennzahl Elektrizität 8
- 3.2 Elektrizitätsintensität 9
- 3.3 Plausibilitätsbetrachtungen 11
- 3.4 Auswirkung des intersektoralen Strukturwandels 17

4 Veränderung der Elektrizitätskennzahlen der Wirtschaftsbranchen 22

- 4.1 Veränderung der Energiekennzahl Elektrizität 22
- 4.2 Veränderung der Elektrizitätsintensität 25
- 4.3 Interpretation der Veränderung der Energiekennzahl Elektrizität 28

5 Modellierung der Veränderung der Energiekennzahlen Elektrizität 34

6 Diskussion und Folgerungen 39

Literaturhinweise 42

Anhang 1: Bezeichnungen 44

Anhang 2: Daten 45

Anhang 3: Korrespondenzen zwischen den Datensätzen 50

Anhang 4: Weitere Untersuchungen und Resultate 56

Zusammenfassung

Ausgehend von den detaillierten Elektrizitätsstatistiken in der Stadt Zürich und im Kanton Genf werden mit Hilfe der Beschäftigtenzahlen aus den Betriebszählungen und der Energiebezugsflächen, die von der Firma Wüest & Partner für diese Studie erarbeitet wurden, **zwei Elektrizitätskennzahlen** für die Wirtschaftsbranchen im Dienstleistungssektor bestimmt: die **Energiekennzahl Elektrizität** (Elektrizitätsbedarf pro Flächeneinheit) und die **Elektrizitätsintensität** (Elektrizitätsbedarf pro beschäftigter Person).

Die Energiekennzahl Elektrizität nimmt in den achtziger Jahren in der Stadt Zürich in den meisten Branchen stark zu. In Genf gibt es für diese Periode noch keine detaillierten Statistiken, aber das starke Wachstum der Kennzahl für den gesamten Dienstleistungssektor lässt für die einzelnen Branchen auf eine ähnliche Entwicklung wie in Zürich schliessen. In den neunziger Jahren nimmt dann diese Kennzahl in Zürich in den meisten Branchen ab; in Genf wird teils eine leichte Abnahme, teils eine Zunahme beobachtet, die aber deutlich unter den Zuwachsraten für den gesamten Dienstleistungssektor in den achtziger Jahren liegt. Die Elektrizitätsintensitäten nehmen in den meisten Branchen in Zürich und in Genf stetig zu: durchschnittlich 3-4% pro Jahr in den achtziger Jahren und 1.5-2% in den neunziger Jahren.

Signifikante Auswirkungen des **intersektoralen Strukturwandels** (unterschiedliche Zunahme von Flächen oder Beschäftigten einzelner Dienstleistungsbranchen) auf die durchschnittlichen Elektrizitätskennzahlen werden nur für die Elektrizitätsintensität in den neunziger Jahren beobachtet: in Zürich wird der jährliche Zuwachs um 0.4% und in Genf um 0.8% gedämpft.

Die Entwicklung der Energiekennzahlen in den einzelnen Wirtschaftsbranchen wird auf zwei alternative Arten interpretiert: neue oder mehr Energiedienstleistungen und rationelle Energienutzung einerseits und **intra-sektoraler Strukturwandel** (unterschiedliche Entwicklungen innerhalb der einzelnen Branchen) andererseits. Diese zweite Interpretation wird im Elektrizitätsnachfragemodell des CEPE verwendet und mit diesem Modellansatz durchgeführte Simulationsrechnungen für die neunziger Jahre zeigen eine befriedigende Übereinstimmung mit den Beobachtungen. Damit ist die weitere Verwendung des CEPE-Modells gerechtfertigt. Diese Übereinstimmung bedeutet aber nicht, dass die Interpretation der Veränderung der Energiekennzahlen mittels des intra-sektoralen Strukturwandels die beobachtete Entwicklung vollständig erklären könnte. Auch die Einflussfaktoren auf den intra-sektoralen Strukturwandel müssten weiter aufgeklärt werden. Es wird vorgeschlagen, diese Zusammenhänge in einem Folgeprojekt, möglichst in Zusammenarbeit mit den Energieversorgungsunternehmen in Genf und in Zürich, weiter zu untersuchen.

1 Einleitung

Der Dienstleistungssektor ist in den meisten industrialisierten Ländern die Verbrauchergruppe mit dem schnellsten Wachstum des Elektrizitätsbedarfs. In den späteren achtziger und frühen neunziger Jahren betrug die Zuwachsrate in der Schweiz 3.3% pro Jahr (Haushalt und Industrie 2.8% resp. 1.9% pro Jahr) und zwischen 1993 und 1998 wurde im Durchschnitt eine Veränderung von 1.4% pro Jahr beobachtet (Haushalt und Industrie 1.1% resp. -0.2% pro Jahr).

Das schnelle Wachstum des Elektrizitätsbedarfs im Dienstleistungssektor ist einerseits auf die Zunahme der Anzahl Beschäftigten und andererseits auf die Zunahme des Elektrizitätsbedarfs pro beschäftigter Person (Elektrizitätsintensität) zurückzuführen. In dieser Studie wird oft auch von der zunehmenden Energiebezugsfläche des Dienstleistungssektors und dem zunehmenden jährlichen Elektrizitätsbedarf pro m^2 Energiebezugsfläche, der Energiekennzahl Elektrizität, die Rede sein.

Die Zunahme der Anzahl Beschäftigten im Dienstleistungssektor ist neben einer Zunahme der aktiven Bevölkerung und Wanderungsbewegungen zu den urbanen Zentren eine Folge des Strukturwandels der Wirtschaft von einer Industrie- hin zu einer Dienstleistungsgesellschaft: der Anteil der Beschäftigten in der Industrie ging in der Schweiz von 50% in den frühen sechziger Jahren auf 30% zu Beginn der neunziger Jahre zurück.

Die Hintergründe und Zusammenhänge der Zunahme der Elektrizitätskennzahlen (Elektrizitätsbedarf pro beschäftigter Person oder pro Energiebezugsfläche) anhand detaillierter Daten für eine Stadt und eine städtische Region in der Schweiz zu erhellen, sind das Ziel dieser Studie. Aus vielen Untersuchungen im Industriesektor, (z. B., Jochem et al., 1999, Dieckmann et al., 1998) für Deutschland und die EU, ist bekannt, dass das unterschiedliche Wachstum der Industriebranchen (Stagnation der Grundstoffindustrie, schnelles Wachstum der Veredlungs- und Konsumgüterindustrie), d.h. der interindustrielle Strukturwandel ein wichtiger Grund für die Reduktion der durchschnittlichen Energiekennzahlen ist. Für den Dienstleistungssektor gibt es dazu weltweit nur wenige publizierte Untersuchungen, (z. B., Bosseboeuf et al., 1999), und für die Schweiz ist eine solche Studie bisher gar nicht möglich, da für den Energieverbrauch und selbst für den Elektrizitätsverbrauch der verschiedenen Wirtschaftsbranchen des Dienstleistungssektors keine Statistiken existieren. Detaillierte Elektrizitätsstatistiken für die einzelnen Wirtschaftsbranchen gibt es jedoch seit einigen Jahren für die Stadt Zürich und für den Kanton Genf und für diese Regionen gibt es dank den periodisch durchgeführten Betriebszählungen auch Daten für die Anzahl Beschäftigten. Für die vorliegende Untersuchung wurden von der Firma Wüest & Partner AG zusätzlich die Energiebezugsflächen in verschiedenen Gebäudetypen des Dienstleistungssektors in der Stadt Zürich und im Kanton Genf erarbeitet. Mit diesen Daten kann – erstmals für die Schweiz – die Entwicklung von Elektrizitätskennzahlen in den Wirtschaftsbranchen des Dienstleistungssektors bestimmt werden.

Energiekennzahlen wurden bisher in der Schweiz vorwiegend als Planungsinstrument für einzelne Objekte (z. B. vom SIA in den Empfehlungen SIA 180 und SIA 380/4) und als Basis für die Kontrolle und das Benchmarking des Energieverbrauchs von Gebäudegruppen verwendet. Andere Anwendungen finden wir bei der Deklaration von Produkten, z. B. spezifischer Treibstoffverbrauch der Fahrzeuge, und in industriellen Betrieben zur Überwachung von einzelnen Prozessen. In den kommenden Jahren könnten solche Kennzahlen vermehrt auch für ganze Wirtschaftsbereiche wichtig werden – dann nämlich, wenn im Rahmen der Energieagenturen Zielsetzungen für die Selbstverpflichtung der Wirtschaft ausgehandelt werden. Diese werden wegen der sehr unsicheren wirtschaftlichen Entwicklung kaum in absoluten Grössen des Energieverbrauchs oder des CO^2-Ausstosses, sondern auf der Stufe von spezifischen Grössen wie Energieverbrauch pro Produktionseinheit oder pro Flächeneinheit erfolgen. Die vorliegende Arbeit zeigt die Möglichkeiten und Grenzen zweier Kennzahlen für den Dienstleistungssektor, für die Energiekennzahl Elektrizität und die Elektrizitätsintensität.

2 Zielsetzung und methodisches Vorgehen

2.1 Zielsetzungen

Die primäre Zielsetzung dieser Studie ist es - wie im Projektantrag vom 17. Juni 1998 festgehalten – das Konzept des intra-sektoralen Strukturwandels für Rahmenbedingungen, die sich deutlich von denen der achtziger Jahre in der Stadt Zürich unterscheiden, auf eine solidere Basis zu stellen, um seinen Einfluss auf den Strombedarf von anderen Einflüssen unterscheiden zu können. Dazu soll untersucht werden, ob das Konzept des intra-sektoralen Strukturwandels auch bei der Beschreibung der Stromverbrauchsentwicklung in der ersten Hälfte der neunziger Jahre Sinn macht und wie sich die Auswirkung auf den Stromverbrauch bei unterschiedlichen Wirtschaftsentwicklungen verändert. Das Konzept selbst wird in diesem Projekt nicht prinzipiell hinterfragt. Dazu müsste – wie in einem früheren Projekt (Aebischer und Spreng, 1994) – die Entwicklung des Stromverbrauchs von einzelnen "homogenen Gebäudegruppen" untersucht werden. Der Aufwand für eine entsprechende Untersuchung würde ein Mehrfaches des vorliegenden Projekts betragen.

Angesichts der interessanten Entwicklungen der Elektrizitätskennzahlen in den Dienstleistungssektoren der Stadt Zürich und des Kantons Genf haben wir uns im Laufe der Untersuchungen entschlossen, diese zu dokumentieren und ansatzweise zu diskutieren. Damit ist eine Basis für detailliertere Untersuchungen geschaffen, die in Zusammenarbeit mit den Energieversorgern in der Stadt Zürich und im Kanton Genf erfolgen könnten.

2.2 Methodisches Vorgehen

Wir verwenden die zwei folgenden **Elektrizitätskennzahlen** einer Wirtschaftsbranche:

- jährlicher Elektrizitätsbedarf pro Einheit (m^2) Energiebezugsfläche, auch mit **Energiekennzahl Elektrizität** bezeichnet, sowie
- jährlicher Elektrizitätsbedarf pro beschäftigter Person, wobei nicht unterschieden wird zwischen Voll- und Teilzeitbeschäftigung, auch mit **Elektrizitätsintensität** bezeichnet.

Diese Kennzahlen werden durch simple Division des Elektrizitätsverbrauchs einer Wirtschaftsbranche durch die Energiebezugsfläche, resp. durch die Anzahl beschäftigte Personen dieser Wirtschaftsbranche bestimmt. Diese Daten sind im Anhang 2 zusammengestellt. Die Schwierigkeit besteht in der jeweiligen Zuordnung der verschiedenen Branchenaggregate. Für die jeweiligen Daten werden unterschiedliche Branchendefinitionen verwendet, und z. T. ändern sich diese über die betrachtete Zeitperiode. Die für die vorliegende Studie gewählten Korrespondenzen zwischen den verschiedenen Datensätzen sind im Anhang 3 dokumentiert.

2.3 Bezeichnungen der Wirtschaftsbranchen und verschiedener Aggregate von Wirtschaftsbranchen

Entsprechend den Primärdaten werden unterschiedliche Bezeichnungen verwendet. Die detaillierteste und präziseste Aufteilung der Aktivitäten im Dienstleistungssektor ist in der Allgemeinen Systematik der Wirtschaftszweige des Bundesamtes für Statistik definiert. Wir beziehen uns meistens auf die Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige aus dem Jahre 1985 (BFS, 1985). Die kürzlich eingeführte neue Aufteilung NOGA (BFS, 1995) aus dem Jahre 1995 wird nur in Ausnahmefällen verwendet.

Tabelle 2-1: Bezeichnung der Wirtschaftsklassen (2-Ziffer-Aufteilung) nach der Allgemeinen Systematik der Wirtschaftszweige (ASW) aus dem Jahre 1985 (BFS, 1985)

Deutsche Bezeichnung	ASW 85	Dénomination en Français
Grosshandel	51, 52, 53	Commerce de gros
Handelsvermittlung	54	Intermédiaires du commerce
Einzel-, Detailhandel	55, 56	Commerce de détail
Gastgewerbe	57	Hôtellerie, restauration
Reparaturgewerbe	58	Réparation
Bahnen	61	Chemins de fer
Strassenverkehr, Rohrleitungen	62	Transports routiers, par pipe-line
Schifffahrt	63	Navigation
Luftfahrt	64	Transport aérien
Verkehrsvermittlung, Spedition, Lagerhäuser	65	Expédition, dépôt, agence voyage
Nachrichtenübermittlung	66	Communications
Banken, Finanzgesellschaften	71	Banques, sociétés financières
Versicherungen	72	Assurances
Immobilien	73	Affaires immobilières
Vermietung, Leasing	74	Location de biens mobiliers
Beratung, Planung, kommerz. Dienste, Informatik	75	Services commerciaux, consultants
Persönl. Dienstleistungen	76	Services personnels
Unterrichtswesen	81	Enseignements privé et public
Forschung und Entwicklung	82	Recherche et développ. (sauf uni.)
Gesundheits- und Veterinärwesen	83	Services de santé, vétérinaires
Umweltschutz	84	Voirie, assainissement
Heime, Wohlfahrtspflege	85	Oeuvres et hébergements sociaux
Kirchliche, religiöse und weltanschauliche Vereinigungen	86	Organisations religieuses, philos.
Dienstl. für die Allgemeinheit, Interessenswahrung	87	Défenses d'intérêts collectifs
Kultur, Sport, Erholung	88	Culture, sport, loisirs
Öffentl. Verwaltung i.e.S.	91	Adm. publiques (au sens strict)
Sozialversicherung	92	Assurances sociales
Ausländische Vertretungen, internat. Organisationen	93	Diplomatie, org. intergouvernement.

Die Aufteilung der Elektrizitätsstatistik des Kantons Genf entspricht im wesentlichen dieser obigen Systematik. Die Elektrizitätsstatistik für die Stadt Zürich (EWZ, 1998) liegt nur in einer aggregierteren Form vor. Die verwendeten Bezeichnungen (eine Ziffer vor und eine Ziffern nach dem Punkt) und die in dieser Studie verwendete Korrespondenz zur Allgemeinen Systematik der Wirtschaftszweige ist aus der nächsten Abbildung ersichtlich.

Tabelle 2-2: Bezeichnung der Wirtschaftsbranchen des Dienstleistungssektors in der Elektrizitätsstatistik für die Stadt Zürich und Korrespondenz zur Algemeinen Systematik der Wirtschaftszweige

Elektrizitätsstatistik EWZ 79-94		Wirtschaftsklassen 85
4.1	Banken	71
4.2	Versicherungen, Büros	72, 73, 74, 75, 76
4.3, 4.4	Warenhäuser, Verkaufsläden, ü. Handel	51, 52, 53, 54, 55, 56
5.1	Fahrstrom	-
5.2	PTT, Transport, Reisebüros	61, 62, 63, 64, 65, 66
5.3	Hotels, Restaurants	57
6.1	Öffentl. Verwaltung	?91?
6.2	Schulen	81
6.3	Kultur, Unterh., Sport	86, 88
6.4	Spitäler, Heime	83, 85
6.5	Verschied. Dienstl.	58, 82, 84, 87, 92, 93

Im Prognosemodell des CEPE wird eine dritte Aggregationssystematik von Wirtschaftsbranchen benützt (Aebischer et al., 1996). Die einzelnen Aggregate werden mit drei Ziffern bezeichnet (Tabelle 2-3). Für die vorliegende Studie wurden vier zusätzliche Aggregate gebildet:

2) 250 Banken
3) 260 Versicherungen
4) 650 Öffentliche Verwaltung
5) 660 restliche Büros der Branche 600

Die Korrespondenzen zwischen diesen verschiedenen Aufteilungen sind im Anhang 3 dokumentiert.

Tabelle 2-3: Bezeichnung laut Prognosemodell des CEPE der Branchen, Unterbranchen und homogene Gruppen des Diesntleistungssektors mit einer dreistelligen Zahl (Aebischer et al., 1996)

Branchen		Unterbranchen		Homogene Gruppe	
100	Handel				
		110	Büro		
				111	Bürogebäude wenig technisiert
				112	Bürogebäude mittel technisiert
				113	Bürogebäude hoch technisiert
		120	Laden/Detailhandel		
				121	Warenhaus
				122	Laden mit Nebenräumen hoch techn.
				123	Laden wenig technisiert
		130	Lager/Grosshandel		
200	Banken/Versich.				
		210	Hochtech. Geb. mit Rechenz.		
		220	Büro		
				221	Bürogebäude wenig technisiert
				222	Bürogebäude mittel technisiert
				223	Bürogebäude hoch technisiert
300	Gastgewerbe				
		310	Hotel		
				311	Hotel techn., Freizeitmöglichkeiten
				312	Hotel einfach, nur Beherbergung
		320	Restaurant		
				321	Restaurant, techn., intens. Küche
				322	Restaurant einfach, Gasthof
400	Schulen				
		410	Höhere Schule		
				411	Höhere Schule, techn. mit Labor
				412	Höhere Schule, techn. ohne Labor
				413	Höhere Schule wenig technisiert
		420	Volksschule/Kindergarten		
500	Gesundheit				
		510	Spital		
				511	Spital hoch technisiert
				512	Spital mittel technisiert
				513	Spital wenig technisiert
		520	Heim		
				521	Krankenheime
				522	andere Heime
600	Uebrige DL				
		610	Büro		
				611	Bürogebäude wenig technisiert
				612	Bürogebäude mittel technisiert
				613	Bürogebäude hoch technisiert
		620	Verschiedene Gebäude		
				621	Kultur/Sport/Kirchen
				622	Gewerbliche Gebäude
				623	Diverse Gebäude
		630	Verkehrsgebäude		

3 Elektrizitätskennzahlen in der Stadt Zürich und im Kanton Genf

In den folgenden zwei Abschnitten 3.1 und 3.2 werden die Elektrizitätskennzahlen für Zürich und Genf vorgestellt. Im dritten Abschnitt 3.3 wird auf die Unsicherheit der Resultate eingegangen: die Resultate für Genf und Zürich werden soweit möglich miteinander und mit Ergebnissen aus anderen Studien verglichen, und im Sinne einer Plausibilitätsbetrachtung wird die ebenfalls aus den Originaldaten bestimmte Energiebezugsfläche pro beschäftigter Person diskutiert. Im abschliessenden Abschnitt 3.4 wird dann die Auswirkung des Strukturwandels zwischen den Wirtschaftsbranchen auf die Elektrizitätskennzahl des gesamten Dienstleistungssektors bestimmt. Die zeitliche Entwicklung der Elektrizitätskennzahlen wird im Kapitel 4 besprochen

3.1 Energiekennzahl Elektrizität (Elektrizitätsbedarf pro Flächeneinheit)

Die durchschnittliche Energiekennzahl Elektrizität (Elektrizitätsbedarf pro Flächeneinheit) im Dienstleistungssektor in der Stadt Zürich liegt heute etwas unter 400 MJ/m^2.Jahr. Das liegt in der Grössenordnung des jährlichen Heizenergieverbrauchs in einem neueren Wohngebäude. Die durchschnittlichen Kennzahlen variieren deutlich von einer Branche zur anderen – der spezifische Bedarf liegt im Gastgewerbe (300) etwa viereinhalbmal höher als im durchschnittlichen Gebäude der Gruppe „Kultur/Sport/Kirchen“ (621), nicht zuletzt aufgrund sehr unterschiedlicher Jahresnutzungsstunden. Innerhalb der einzelnen Gruppen selbst können aber die Unterschiede noch viel deutlicher sein, so etwa zwischen einem kommerziell genutzten Solarium und einem einfachen Theatersaal, der nur für wenige Stunden pro Woche benutzt wird. Die interessante zeitliche Entwicklung der Energiekennzahlen Elektrizität (Zunahme in den achtziger Jahren und Rückgang in den neunziger Jahren) wird im Kapitel 4 diskutiert.

Tabelle 3-1: Energiekennzahlen Elektrizität in den Branchen des Dienstleistungssektors in der Stadt Zürich, 1981-1996

	in MJ/m2.Jahr								
	Banken 4.1 250	Handel 4.3+4.4 100	Gastgewerbe 5.3 300	Schulen 6.2 400	Gesundheitsw. 6.4 500	Öffentl. Verw. 6.1 650	Kultur, Unterh, Sport 6.3 621	Übrige DL 4.2+5.2+6.5 Übrige DL	Dienstleistungen Total
1981	433	482	793	300	315	139	132	217	330
1982	455	506	801	295	319	140	134	226	339
1983	471	526	822	296	325	139	138	235	347
1984	479	534	837	298	328	146	159	240	354
1985	530	551	859	297	335	145	181	250	368
1986	570	563	856	302	334	153	190	267	384
1987	594	569	876	312	352	152	194	281	399
1988	624	578	880	313	353	150	202	294	411
1989	639	571	873	322	354	140	189	304	416
1990	645	555	853	324	343	146	199	324	424
1991	636	561	878	323	364	151	207	329	429
1992	596	557	875	324	353	267	201	317	420
1993	532	568	871	318	339	311	196	305	407
1994	523	582	883	314	337	310	204	307	407
1995	488	582	884	299	334	307	197	304	398
1996	470	581	878	270	331	311	189	293	387

Für den Kanton Genf gibt es erst ab 1989 zuverlässige Zahlen für den Elektrizitätsbedarf in den Wirtschaftsbranchen, und für den gesamten Dienstleistungssektor sind Daten erst ab 1984 erhältlich. Die Zeitreihen für Genf (Tabelle 3-2) sind dementsprechend kürzer als für Zürich. Teilweise sind die Werte für Genf und für Zürich recht ähnlich (Dienstleistungssektor insgesamt, Banken (250) und Gesundheitswesen (500)), teilweise sind sie aber sehr unterschiedlich (Handel (100), Öffentliche Gebäude 650)). Mögliche Ursachen für diese Unterschiede werden im Abschnitt 3.3.1 diskutiert.

Tabelle 3-2: Energiekennzahlen Elektrizität in den Branchen des Dienstleistungssektors des Kantons Genf, 1989-1996

	51-56, 58 100 MJ/m2.a	71 250 MJ/m2.a	72 260 MJ/m2.a	57 300 MJ/m2.a	81-82 400 MJ/m2.a	83, 85 500 MJ/m2.a	91-93 650 MJ/m2.a	61-65,66, 73-75,86-87 660+630 MJ/m2.a	76,84,88 620 MJ/m2.a	Sect. tert. total MJ/m2.a
1984										312
1985										322
1986										347
1987										361
1988										379
1989	905	656	291	974	213	307	568	634	89	388
1990	891	659	323	1023	206	324	598	668	77	393
1991	901	666	320	1026	209	329	606	695	77	401
1992	912	647	327	1040	204	327	633	664	78	399
1993	898	638	336	1025	199	327	641	649	78	394
1994	902	618	326	1022	199	327	623	639	77	391
1995	888	587	311	1024	195	343	619	645	77	390
1996	884	578	311	1002	188	336	645	683	78	393

3.2 Elektrizitätsintensität (Elektrizitätsbedarf pro beschäftigter Person)

Analog zum vorherigen Abschnitt wird hier der Elektrizitätsbedarf pro beschäftigter Person in zwei separaten Tabellen für die Stadt Zürich (Tabelle 3-3) und für den Kanton Genf (Tabelle 3-3) präsentiert. Es fällt auf, dass hier eine feinere Aufteilung des Dienstleistungssektors möglich ist. Grund dafür ist die detaillierte Erhebung der Beschäftigten im Rahmen der periodisch durchgeführten Betriebszählung. Zu beachten ist – wie im Anhang 2 beschrieben –, dass die Beschäftigtenzahlen für die Jahre zwischen den Erhebungen linear interpolierte Werte sind. Insofern sind die genannten Verläufe der Elektrizitätsintensitäten nicht in ihren jährlichen Zahlen exakt; man könnte sie auch als teilweise konjunkturbereinigt interpretieren. Die Beschäftigtenzahlen werden seit vielen Jahren erhoben und die Zeitreihen sind hier auch für Zürich durch die Verfügbarkeit der Elektrizitätsstatistiken beschränkt.

Tabelle 3-3: Elektrizitätsintensität in den Wirtschaftsbranchen des Dienstleistungssektors in der Stadt Zürich, 1977-1997

	71 GJ/B.a	72-76 GJ/B.a	51-56 GJ/B.a	61-66 GJ/B.a	57 GJ/B.a	91 GJ/B.a	81 GJ/B.a	86, 88 GJ/B.a	83, 85 GJ/B.a	58, 82, 84 87, 92, 93 GJ/B.a	DL-Sektor GJ/B.a
1977	13.00	9.54	7.81	11.65	25.16	5.47	18.33	9.55	9.55	33.13	13.13
1978	14.13	9.24	8.33	11.96	25.67	5.43	18.98	9.41	10.60	33.74	13.63
1979	14.92	9.75	8.54	12.74	25.56	5.40	21.63	10.36	10.72	33.89	14.21
1980	15.94	10.20	8.99	13.17	25.99	5.78	21.59	10.78	11.19	33.52	14.63
1981	16.83	10.47	9.52	13.45	25.50	5.60	21.69	11.33	11.20	35.27	15.03
1982	17.69	11.10	10.14	13.23	25.60	5.65	21.83	11.46	11.35	36.21	15.48
1983	18.40	11.25	10.72	13.48	26.05	5.62	22.40	11.80	11.58	38.18	15.89
1984	18.76	11.44	11.07	13.72	26.31	5.93	22.78	13.64	11.65	37.40	16.20
1985	20.79	11.80	11.55	14.09	26.74	5.89	22.76	15.43	11.85	38.13	16.80
1986	22.35	12.39	11.90	15.53	26.29	6.14	22.40	16.16	11.56	40.12	17.44
1987	23.33	13.31	12.21	16.09	26.58	6.04	22.39	16.39	11.99	40.24	18.04
1988	24.75	13.85	12.70	16.66	26.50	5.94	21.84	17.07	11.82	42.83	18.56
1989	25.53	14.01	12.82	17.99	26.05	5.52	21.78	15.87	11.65	43.59	18.80
1990	25.91	14.68	12.64	20.34	25.19	5.73	21.45	16.62	11.15	44.91	19.10
1991	25.36	14.55	12.80	21.91	25.56	5.83	20.88	17.03	11.79	44.29	19.20
1992	25.02	14.19	13.40	21.36	26.11	10.36	21.31	16.89	11.87	46.06	19.50
1993	23.35	14.12	14.35	20.94	26.69	12.01	21.38	16.88	11.82	45.19	19.53
1994	23.98	14.09	15.43	22.26	27.85	11.92	21.41	17.99	12.03	47.77	20.13
1995	23.42	14.05	16.17	22.68	28.60	11.76	20.64	17.80	12.16	49.71	20.30
1996	23.57	13.70	16.90	23.30	29.17	11.88	18.78	17.45	12.29	48.29	20.31
1997	23.27	14.38	17.97	23.96	29.85	11.79	18.78	18.27	12.45	50.89	20.84

Die Elektrizitätsstatistik für den Kanton Genf benützt die gleiche Aufteilung des Dienstleistungssektors nach 28 Wirtschaftsklassen (2-Ziffer) wie die Beschäftigtenstatistik vor 1995. Ab 1995 wird für die Betriebszählung eine neue Aufteilung (NOGA) benützt. Um die Unsicherheiten bei der Zuordnung nicht allzu gross werden zu lassen, aber auch um nicht mit sehr kleinen Branchen arbeiten zu müssen, wurden die Elektrizitätsstatistiken zu den in der folgenden Tabelle benutzten 15 Branchenaggregaten zusammengefasst.

Tabelle 3-4: Elektrizitätsintensität in den Wirtschaftsbranchen des Dienstleistungssektors im Kanton Genf, 1989-1997

	51-56, 58 GJ/B.a	57 GJ/B.a	61-65 GJ/B.a	66 GJ/B.a	71 GJ/B.a	72 GJ/B.a	73-75 GJ/B.a	76 GJ/B.a	81-82 GJ/B.a	83,85 GJ/B.a	84 GJ/B.a	86-87 GJ/B.a	88 GJ/B.a	91-92 GJ/B.a	93 GJ/B.a	Sect. tert. GJ/B.a
1984																14.2
1985																14.6
1986																15.7
1987																16.4
1988																17.2
1989	20.9	27.6	30.3	26.9	19.9	10.0	9.9	6.9	18.4	11.1	91.2	9.5	28.9	11.5	8.6	17.6
1990	20.9	29.0	33.0	26.7	20.2	11.0	10.3	6.9	18.2	11.5	55.8	9.0	30.4	11.5	9.1	17.8
1991	21.3	28.9	32.2	27.9	20.6	10.8	11.5	7.0	18.7	11.4	55.1	9.7	30.8	11.9	8.9	18.0
1992	22.5	30.0	33.4	27.5	20.9	11.5	10.4	6.9	18.2	11.2	53.9	10.5	32.2	13.8	9.0	18.3
1993	23.0	30.2	34.2	26.7	21.6	12.2	10.4	6.7	17.7	11.0	53.0	10.9	33.8	14.5	9.1	18.4
1994	24.1	31.0	36.0	25.6	21.9	12.3	10.3	6.7	17.6	10.7	50.4	12.1	34.4	14.0	9.2	18.6
1995	24.9	31.9	38.4	26.9	21.9	12.2	10.6	6.5	17.2	11.0	48.0	12.7	35.7	15.2	9.0	18.9
1996	26.0	32.0	42.4	26.3	22.6	12.7	12.4	6.3	16.4	10.6	50.7	13.3	37.0	16.6	9.4	19.4
1997	27.0	32.6	44.5	25.1	23.1	13.5	11.7	6.1	16.1	10.5	47.7	14.0	38.3	17.1	9.7	19.6

3.3 Plausibilitätsbetrachtungen

Die in den obigen Abschnitten bestimmten Energiekennzahlen sind mit vielen Unsicherheiten behaftet. Dabei ist zwischen statistischen oder zufälligen Fehlern und systematischen Fehlern zu unterscheiden. Die statistischen Fehler haben ihren Ursprung in den statistischen Fehlern auf den Originaldaten: jährlicher Elektrizitätsverbrauch, Energiebezugsflächen und Anzahl Beschäftigte. Sie werden im Anhang 2 bei der Präsentation der Originaldaten diskutiert. Sie liegen typischerweise in der Grössenordnung von Prozenten und sind vor allem bei den Betrachtungen der jährlichen Veränderungen der Energiekennzahlen im Kapitel 4 wichtig und werden dort weiter behandelt. Die wichtigste Quelle für systematische Fehler auf den berechneten Energiekennzahlen ist eine falsche Zuordnung der Branchenaggregate. Eine systematische Quantifizierung der Unsicherheiten wurde im Rahmen dieser Studie nicht vorgenommen. Aber einzelne Versuche haben gezeigt, dass unterschiedliche Zuordnungen in Einzelfällen Veränderungen bei den resultierenden Elektrizitätskennzahlen von mehreren zehn Prozent bewirken können. Die Präsentationen der Originaldaten im Anhang 2 und der gewählten Zuordnungen im Anhang 3 erlaubt es, dass sich ein interessierter Leser durch Variation der Zuordnungen selbst ein Bild davon machen kann. In Zusammenarbeit mit den Lieferanten der Originaldaten könnte diese Unsicherheit mit einigem Aufwand wohl um einiges reduziert werden. Die vorliegende Analyse beschränkt sich auf die folgenden Plausibilitätsbetrachtungen:

- Vergleich der in dieser Studie bestimmten Elektrizitätskennzahlen für Zürich und Genf und Vergleich mit Werten aus Untersuchungen in der Schweiz und in Deutschland, wo die Kennzahlen direkt mittels betrieblicher Stichproben erhoben wurden (Abschnitt 3.3.1)
- Bestimmung und Diskussion der Energiebezugsflächen pro beschäftigter Person und Vergleich mit Werten für die Schweiz (Abschnitt 3.3.2)

3.3.1 Vergleich der Elektrizitätskennzahlen

Die Elektrizitätskennzahlen für Genf und für Zürich können nur teilweise miteinander verglichen werden, da unterschiedliche Aggregationen vorliegen. In einigen Fällen ist auch ein Vergleich mit Werten für die ganze Schweiz (Aebischer et al., 1996) möglich. Die durchschnittlichen Werte für den ganzen Dienstleistungssektor sind für die Stadt Zürich und für den Kanton Genf sehr ähnlich, liegen aber deutlich höher als der für die ganze Schweiz bestimmte Durchschnittswert. Das ist nicht unplausibel, finden sich doch die stromintensiven, d.h. mit mehr Haustechnik und Automation ausgestatteten, oder auch mehr genutzten Objekte vorwiegend in städtischen Gebieten. Damit dürften wenigstens z. T. auch die Unterschiede in den Branchen Gastgewerbe (300), Schulen (400) und Gesundheitswesen (500) zu erklären sein. Unterschiede in andern Branchen, z. B. für die Öffentliche Verwaltung (650) und für die anderen Büros und Verkehrsgebäude (660+630) in Genf, sind wohl eher auf Zuordnungsprobleme, vielleicht aber auch auf unterschiedliche Nutzungsstunden pro Jahr, zurückzuführen.

Tabelle 3-5: Energiekennzahlen Elektrizität für die Schweiz (CH) (Aebischer et al., 1996), hergeleitet "bottom-up" aus verschiedenen Stichproben, und in dieser Studie "top-down" bestimmte Werte für die Stadt Zürich (ZH) und für den Kanton Genf (GE)

	CH MJ/m2.a	ZH MJ/m2.a	GE MJ/m2.a
100	569	555	891
300	525	853	1023
400	107	324	206
500	183	343	324
250		645	659
260			323
250+260	490		
650		146	598
650+660	215		
621	180	199	
620	238		77
630	270		
660+630			668
DL-Sektor	301	387	393

Bei der Bestimmung des Strombezugs pro beschäftigter Person fällt die Unsicherheit weg, die mit der Berechnung der Energiebezugsfläche zusammenhängt. Für den Kanton Genf ist zudem die Zuordnung Elektrizitätsstatistik und Beschäftigtenstatistik meistens unproblematisch. Andererseits variieren die Beschäftigtenzahlen von Jahr zu Jahr infolge konjunktureller Veränderungen oder Rationalisierungsmassnahmen bzw. Einstellungsschub sehr viel schneller als die Flächen. Das kommt in den benutzten Zeitreihen nur teilweise zum Ausdruck, da die Werte für die Jahre zwischen den Erhebungen auf einer linearen Interpolation basieren.

Die Zürcher und Genfer Werte für den gesamten Dienstleistungssektor im Jahre 1990 sind sehr ähnlich, ebenso für das Gastgewerbe (57), Schulen (81-82), Gesundheit (83, 85) (vgl. Tabelle 3-6). Grosse Unterschiede ergeben sich für den Handel (51-56, 58), Transport (61-65) und auch bei der Öffentlichen Verwaltung (91) resp. (91-92). Andere Branchen sind wegen unterschiedlichen Abgrenzungen schwieriger miteinander zu vergleichen. Gute Übereinstimmungen mit den Werten in Deutschland (Geiger et al., 1999) finden sich in den Branchen Handel (51-56) und Gastgewerbe (57) (vgl. Tabelle 3-6). Für die Banken und Versicherungen liegen die Werte in Deutschland deutlich tiefer, ebenso für die Schulen. In

beiden Fällen können diese damit erklärt werden, dass in grossen Städten, wie Zürich und Genf[1], in beiden Wirtschaftszweigen energieintensive Unterbranchen übervertreten sind: Rechen- und Verarbeitungszentren bei den Banken und Versicherungen und Hochschulen im Bildungssektor. Noch nicht geklärt ist, ob die Definition des öffentlichen Sektors (91) an den verschiedenen Orten vergleichbar ist. Darum verzichten wir auf eine Aussage.

Tabelle 3-6: Elektrizitätsintensität im Jahre 1990 in der Stadt Zürich und im Kanton Genf und im Jahre 1996 in Deutschland (Geiger et al., 1999)

WS85	ZH GJ/B.a	GE GJ/B.a	WS85	D GJ/B.a
51-56, 58	12.64	20.94	51-56	15.71
			51-56	15.71
57	25.19	28.96	57	27.07
61-65	*20.34*	33.04		
66	*20.34*	26.73		
71	25.91	20.23		
72	*14.68*	11.01		
			71,72	9.72
73-75	*14.68*	10.31		
76	*14.68*	6.88		
81-82	*21.45*	18.21		
			81	14
83,85	11.15	11.48		
			833	15.77
84		55.78		
86-87	*16.62*	8.96		
88	*16.62*	30.45		
91	5.73		91(?)	5.11
91-92		11.55		
93		9.15		
DL-total	**19.1**	**17.79**		

Die beiden Elektrizitätskennzahlen, Energiekennzahl Elektrizität (Elektrizitätsbedarf pro Flächeneinheit) und Elektrizitätsintensität (Elektrizitätsbedarf pro Person), sind durch das Verhältnis Energiebezugsfläche pro beschäftigter Person miteinander gekoppelt. Im folgenden Abschnitt werden diese Grössen diskutiert und mit Werten aus anderen Quellen verglichen.

3.3.2 Energiebezugsfläche pro beschäftigter Person

Die Flächen pro beschäftigter Person nehmen in den meisten Branchen mit der Zeit zu (vgl. Tabellen 3-7 und 3-8). Nach 1990 wird in vielen Branchen eine deutlich stärkere Zunahme beobachtet. Das dürfte z. T. Ausdruck von nicht genutzten Flächen sein, aber wahrscheinlich

[1] Der Anteil der Stadt Genf an der gesamten Energiebezugsfläche des Dienstleistungssektors des Kantons Genf beträgt im Jahre 1996 53%

trägt auch die Zunahme der teilzeitbeschäftigten Personen dazu bei. Das CEPE beabsichtigt die Auswirkung dieser Entwicklung in einem nächsten Projekt näher zu untersuchen, da die Anzahl der Beschäftigten eine wichtige Aktivitätsgrösse ist, die bei Energiebedarfsprojektionen eher zu erhalten ist als die Schätzung von Flächenentwicklungen. Für einzelne Branchen im Kanton Genf könnte die schnelle Zunahme auch die Auswirkung einer Falschzuordnung der Branchengruppen im Jahre 1995 sein (Anwendung der neuen Wirtschaftsystematik NOGA). Den schnellsten Zuwachs der Flächen pro beschäftigter Person haben in beiden Regionen die Branchen Handel (100), Banken (250), Versicherungen (260) und Verkehrsgebäude(630), während das Bild bei Gastgewerbe (300) und Schulen (400) unterschiedlich ist. Stagnierende oder rückläufige Flächen pro Beschäftigten sind in Genf und in Zürich im Gesundheitswesen (500), in der öffentlichen Verwaltung (650) und in der Gruppe „Verschiedene Gebäude“ (620) zu beobachten. Insgesamt zeigt sich ein Trend, dass diejenigen Branchen mit überdurchschnittlichen Energiekennzahlen eher zu denjenigen Branchen zu zählen sind, die auch zunehmende Flächen je beschäftigter Person zu verzeichnen hatten.

Tabelle 3-7: Energiebezugsfläche pro beschäftigter Person (Teil- oder Vollzeit) in den Dienstleistungsbranchen der Stadt Zürich, 1981-1996

	100 m2/B	250 m2/B	260 m2/B	300 m2/B	400 m2/B	500 m2/B	650 m2/B	660 m2/B	621 m2/B	i22+623 m2/B	630 m2/B	3. Sektor m2/B
1981	19	39	41	32	69	36	40	35	104	327	23	46
1982	19	39	41	32	71	36	40	35	104	316	23	46
1983	19	39	41	32	73	36	40	35	104	304	23	46
1984	19	39	41	31	73	36	41	35	104	293	23	46
1985	19	39	41	31	74	35	41	35	103	283	24	46
1986	20	39	41	31	71	35	40	34	104	276	25	45
1987	20	39	42	30	69	34	39	34	104	270	26	45
1988	21	40	43	30	67	34	39	34	105	264	27	45
1989	21	40	44	30	65	33	38	34	105	258	27	45
1990	21	40	45	30	63	33	38	34	105	252	28	45
1991	22	40	45	29	62	32	37	34	105	247	29	45
1992	23	42	46	30	63	34	37	35	106	248	31	46
1993	24	44	46	31	64	35	36	37	108	249	32	48
1994	25	46	46	32	66	36	36	38	110	250	33	49
1995	26	48	47	32	66	36	36	39	111	251	34	51
1996	27	50	47	33	67	37	36	41	113	252	35	52

Die Werte für den gesamten Dienstleistungssektor stimmen für Genf, für Zürich und für die ganze Schweiz (Aebischer et al., 1996) sehr gut überein (vgl. Tabelle 3-9). Am auffallendsten sind die deutlich höheren Werte im gesamtschweizerischen Gastgewerbe (300) und Gesundheitswesen (500). Die höhere "Personaldichte" (Beschäftigte pro Energiebezugsfläche) kann als Indikator für die erbrachten Dienstleistungen interpretiert werden und damit wäre auch plausibel, dass in diesen Branchen die Energiekennzahlen Elektrizität in Genf und in Zürich höher liegen als in der Schweiz insgesamt (siehe Tabelle 3-5). Die kaum glaubwürdigen tiefen Werte in Genf für die Öffentliche Verwaltung (650) und für die restlichen Büros (660) dürften auf Zuordnungsprobleme zurückzuführen sein, die möglicherweise mit der Erfassung der

internationalen Organisationen zusammenhängen, vielleicht aber auch mit den Abwesenheitszeiten der in diesen Organisationen geführten Beschäftigtenzahlen.

Tabelle 3-8: Energiebezugsfläche pro beschäftigter Person (Teil- oder Vollzeit) in den Dienstleistungsbranchen des Kantons Genf, 1981-1996

	100 m2/B	250 m2/B	260 m2/B	300 m2/B	400 m2/B	500 m2/B	650 m2/B	660 m2/B	620 m2/B	630 m2/B	Sect. tert. m2/B
1981	20	27	35	25	75	43	18	24	271	35	45
1982	20	27	35	25	77	42	18	25	269	34	45
1983	20	28	35	25	78	41	18	25	267	34	45
1984	21	28	35	26	79	40	18	25	265	34	45
1985	21	29	34	26	81	39	17	25	264	34	45
1986	22	29	34	27	82	38	17	25	262	35	45
1987	22	29	34	27	84	37	17	25	261	35	45
1988	23	30	34	28	85	37	17	26	259	35	45
1989	23	30	34	28	86	36	17	26	257	35	45
1990	23	31	34	28	88	35	17	26	255	34	45
1991	24	31	34	28	89	35	16	26	252	34	45
1992	25	32	35	29	89	34	16	26	253	35	46
1993	26	34	36	29	89	34	17	27	253	37	47
1994	27	35	38	30	88	33	17	28	253	39	48
1995	28	37	39	31	88	32	17	28	254	40	48
1996	29	39	41	32	87	31	17	29	254	42	49

Die Werte für den gesamten Dienstleistungssektor stimmen für Genf, für Zürich und für die ganze Schweiz (Aebischer et al., 1996) sehr gut überein (vgl. Tabelle 3-9). Am auffallendsten sind die deutlich höheren Werte im gesamtschweizerischen Gastgewerbe (300) und Gesundheitswesen (500). Die höhere "Personaldichte" (Beschäftigte pro Energiebezugsfläche) kann als Indikator für die erbrachten Dienstleistungen interpretiert werden und damit wäre auch plausibel, dass in diesen Branchen die Energiekennzahlen Elektrizität in Genf und in Zürich höher liegen als in der Schweiz insgesamt (siehe Tabelle 3-5). Die kaum glaubwürdigen tiefen Werte in Genf für die Öffentliche Verwaltung (650) und für die restlichen Büros (660) dürften auf Zuordnungsprobleme zurückzuführen sein, die möglicherweise mit der Erfassung der internationalen Organisationen zusammenhängen, vielleicht aber auch mit den Abwesenheitszeiten der in diesen Organisationen geführten Beschäftigtenzahlen.

Tabelle 3-9: Energiebezugsfläche pro beschäftigter Person (Teil- oder Vollzeit) in ausgewählten Dienstleistungsbranchen der Schweiz (CH), der Stadt Zürich (ZH) und des Kantons Genf (GE)

	CH m2/B	ZH m2/B	GE m2/B
100	28	21	23
300	56	30	28
400	99	63	88
500	55	33	35
Büro	45		
250		40	31
260		45	34
650		38	17
660		34	26
620			255
621		105	
622+623		252	
630		28	34
DL-total	**48**	**45**	**45**

3.4 Auswirkung des intersektoralen Strukturwandels auf die Elektrizitäts-kennzahl des gesamten Dienstleistungssektors

Der intersektorale Strukturwandel (unterschiedlich schnelles Wachstum der verschiedenen Branchen) in den Dienstleistungssektoren der Stadt Zürich und des Kantons Genf kann mittels den relativen Anteile der einzelnen Branchen an der Gesamtenergiebezugsfläche (vgl. Tabelle 3-10 und 3-11) und an der gesamten Anzahl der Beschäftigten (vgl. Tabelle 3-12 und 3-13) ausgewiesen werden.

Tabelle 3-10: Anteile der Wirtschaftsbranchen an der gesamten Energiebezugsfläche des Dienstleistungssektors in der Stadt Zürich, 1981-1996

	100	250	300	400	500	621	650	andern
1981	11.2%	9.6%	5.2%	11.7%	6.8%	5.2%	3.7%	46.7%
1982	11.0%	9.8%	5.1%	11.9%	6.9%	5.2%	3.6%	46.5%
1983	10.9%	10.0%	5.1%	12.1%	6.9%	5.2%	3.6%	46.2%
1984	10.8%	10.2%	5.0%	12.2%	6.9%	5.2%	3.6%	46.1%
1985	10.7%	10.5%	5.0%	12.1%	7.0%	5.2%	3.5%	46.0%
1986	10.5%	10.8%	4.9%	12.1%	7.0%	5.2%	3.5%	46.0%
1987	10.4%	11.0%	4.9%	12.0%	7.0%	5.2%	3.5%	45.9%
1988	10.4%	11.4%	4.8%	11.9%	7.1%	5.2%	3.5%	45.7%
1989	10.3%	11.7%	4.8%	11.9%	7.1%	5.1%	3.5%	45.6%
1990	10.2%	12.0%	4.7%	11.9%	7.2%	5.1%	3.5%	45.5%
1991	10.0%	12.2%	4.7%	11.9%	7.3%	5.0%	3.4%	45.5%
1992	9.8%	12.4%	4.7%	12.0%	7.5%	5.0%	3.3%	45.3%
1993	9.6%	12.5%	4.6%	12.1%	7.6%	5.0%	3.3%	45.2%
1994	9.4%	12.7%	4.6%	12.3%	7.7%	5.0%	3.2%	45.1%
1995	9.3%	12.9%	4.6%	12.3%	7.8%	4.9%	3.2%	45.1%
1996	9.1%	13.1%	4.6%	12.4%	7.9%	4.9%	3.1%	45.0%

Tabelle 3-11: Anteile der Wirtschaftsbranchen an der gesamten Energiebezugsfläche des Dienstleistungssektors im Kanton Genf, 1981-1996

	100	250	260	300	400	500	650	660	620	630
1981	10.9%	5.1%	1.3%	4.3%	12.9%	8.3%	5.7%	8.0%	40.4%	3.1%
1982	10.9%	5.3%	1.3%	4.3%	13.1%	8.3%	5.7%	8.1%	39.9%	3.1%
1983	10.8%	5.5%	1.3%	4.3%	13.2%	8.3%	5.8%	8.3%	39.4%	3.1%
1984	10.8%	5.6%	1.3%	4.4%	13.3%	8.3%	5.7%	8.4%	38.9%	3.1%
1985	10.8%	5.8%	1.3%	4.5%	13.4%	8.3%	5.7%	8.5%	38.5%	3.2%
1986	10.8%	5.9%	1.3%	4.5%	13.6%	8.3%	5.7%	8.6%	38.0%	3.2%
1987	10.8%	6.1%	1.3%	4.6%	13.7%	8.2%	5.7%	8.8%	37.5%	3.3%
1988	10.8%	6.2%	1.3%	4.6%	13.8%	8.3%	5.7%	8.9%	37.0%	3.3%
1989	10.8%	6.4%	1.3%	4.7%	13.8%	8.3%	5.7%	9.1%	36.5%	3.3%
1990	10.8%	6.6%	1.3%	4.7%	14.0%	8.3%	5.7%	9.2%	36.1%	3.3%
1991	10.7%	6.7%	1.3%	4.7%	14.1%	8.3%	5.7%	9.4%	35.7%	3.3%
1992	10.6%	6.9%	1.3%	4.7%	14.3%	8.4%	5.6%	9.4%	35.5%	3.3%
1993	10.6%	7.0%	1.3%	4.7%	14.4%	8.4%	5.6%	9.5%	35.3%	3.3%
1994	10.5%	7.1%	1.3%	4.7%	14.5%	8.4%	5.5%	9.6%	35.0%	3.3%
1995	10.5%	7.3%	1.3%	4.6%	14.6%	8.4%	5.5%	9.7%	34.7%	3.3%
1996	10.5%	7.4%	1.3%	4.6%	14.7%	8.4%	5.5%	9.8%	34.5%	3.3%

Tabelle 3-12: Anteile der Wirtschaftsbranchen an der Gesamtzahl der Beschäftigten im Dienstleistungssektor der Stadt Zürich, 1977-1997

	71	72-76	51-56	61-66	57	91	81	86, 88	83, 85	58, 82, 84 87, 92, 93
1977	10.2%	18.3%	28.3%	9.3%	7.4%	4.2%	7.5%	2.8%	8.4%	3.5%
1978	10.5%	18.7%	27.7%	9.3%	7.4%	4.2%	7.5%	2.8%	8.5%	3.6%
1979	10.7%	19.0%	27.0%	9.3%	7.4%	4.2%	7.5%	2.8%	8.6%	3.6%
1980	11.0%	19.4%	26.4%	9.4%	7.4%	4.2%	7.4%	2.8%	8.6%	3.6%
1981	11.2%	19.7%	25.7%	9.4%	7.4%	4.1%	7.4%	2.8%	8.7%	3.6%
1982	11.5%	20.0%	25.1%	9.4%	7.3%	4.1%	7.4%	2.8%	8.8%	3.7%
1983	11.7%	20.4%	24.5%	9.4%	7.3%	4.1%	7.3%	2.8%	8.9%	3.7%
1984	12.0%	20.7%	23.8%	9.4%	7.3%	4.0%	7.3%	2.8%	8.9%	3.7%
1985	12.2%	21.1%	23.2%	9.4%	7.3%	4.0%	7.2%	2.8%	9.0%	3.7%
1986	12.5%	21.4%	22.6%	9.2%	7.3%	4.0%	7.4%	2.8%	9.2%	3.7%
1987	12.7%	21.7%	22.0%	9.0%	7.3%	4.0%	7.6%	2.8%	9.4%	3.7%
1988	13.0%	21.9%	21.4%	8.7%	7.3%	4.0%	7.7%	2.8%	9.5%	3.7%
1989	13.2%	22.2%	20.8%	8.5%	7.3%	4.0%	7.9%	2.8%	9.7%	3.7%
1990	13.4%	22.5%	20.2%	8.3%	7.2%	3.9%	8.1%	2.7%	9.9%	3.7%
1991	13.7%	22.8%	19.6%	8.1%	7.2%	3.9%	8.3%	2.7%	10.1%	3.7%
1992	13.7%	22.8%	18.9%	8.1%	7.2%	4.0%	8.5%	2.8%	10.3%	3.7%
1993	13.7%	22.9%	18.2%	8.2%	7.2%	4.1%	8.7%	2.8%	10.5%	3.7%
1994	13.7%	23.0%	17.6%	8.3%	7.2%	4.1%	8.9%	2.8%	10.7%	3.7%
1995	13.7%	23.0%	17.0%	8.3%	7.2%	4.2%	9.1%	2.8%	10.9%	3.7%
1996	13.7%	23.1%	16.4%	8.4%	7.2%	4.3%	9.3%	2.8%	11.2%	3.7%
1997	13.6%	23.1%	15.8%	8.4%	7.2%	4.3%	9.5%	2.8%	11.4%	3.7%

Tabelle 3-13: Anteile der Wirtschaftsbranchen an der Gesamtzahl der Beschäftigten im Dienstleistungssektor des Kantons Genf, 1980-1997

WS85	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
51-56, 58	25.5%	25.0%	24.5%	24.0%	23.5%	23.1%	22.6%	22.1%	21.7%	21.2%	20.8%	20.3%	19.8%	19.2%	18.7%	18.1%	17.6%	17.0%
57	7.9%	7.9%	7.8%	7.8%	7.8%	7.7%	7.7%	7.7%	7.6%	7.6%	7.5%	7.5%	7.4%	7.4%	7.3%	7.2%	7.1%	7.0%
61-65	4.9%	5.0%	5.0%	5.1%	5.2%	5.3%	5.4%	5.5%	5.6%	5.7%	5.8%	5.9%	5.7%	5.5%	5.3%	5.1%	4.9%	4.7%
66	2.2%	2.2%	2.3%	2.3%	2.3%	2.3%	2.3%	2.3%	2.3%	2.3%	2.4%	2.4%	2.4%	2.5%	2.6%	2.7%	2.7%	2.8%
71	8.6%	8.7%	8.8%	8.9%	9.1%	9.2%	9.3%	9.4%	9.5%	9.6%	9.7%	9.8%	9.7%	9.7%	9.6%	9.5%	9.4%	9.3%
72	1.7%	1.7%	1.7%	1.7%	1.7%	1.7%	1.8%	1.8%	1.8%	1.8%	1.8%	1.8%	1.8%	1.7%	1.7%	1.6%	1.6%	1.6%
73-75	9.2%	9.3%	9.4%	9.5%	9.6%	9.7%	9.8%	9.9%	10.0%	10.1%	10.2%	10.3%	10.5%	10.6%	10.8%	11.0%	11.1%	11.3%
76	3.3%	3.4%	3.4%	3.4%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%	3.6%	3.6%	3.6%	3.6%	3.7%	3.8%	3.9%	4.0%	4.1%	4.1%
81-82	7.9%	7.8%	7.7%	7.7%	7.6%	7.5%	7.5%	7.4%	7.3%	7.3%	7.2%	7.1%	7.3%	7.6%	7.8%	8.1%	8.3%	8.5%
83,85	8.7%	8.9%	9.1%	9.2%	9.4%	9.6%	9.8%	10.0%	10.2%	10.4%	10.6%	10.7%	11.2%	11.7%	12.2%	12.7%	13.2%	13.8%
84	0.8%	0.8%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.8%
86-87	2.4%	2.4%	2.3%	2.3%	2.3%	2.3%	2.2%	2.2%	2.2%	2.2%	2.2%	2.1%	2.1%	2.0%	1.9%	1.9%	1.8%	1.8%
88	2.7%	2.7%	2.6%	2.5%	2.5%	2.4%	2.4%	2.3%	2.3%	2.2%	2.1%	2.1%	2.0%	2.0%	2.0%	1.9%	1.9%	1.9%
91-92	5.4%	5.3%	5.3%	5.2%	5.2%	5.1%	5.1%	5.0%	4.9%	4.9%	4.8%	4.8%	4.6%	4.4%	4.3%	4.1%	3.9%	3.8%
93	8.9%	9.1%	9.2%	9.4%	9.6%	9.8%	10.0%	10.2%	10.4%	10.6%	10.7%	10.9%	11.1%	11.2%	11.3%	11.5%	11.6%	11.7%

Bei der Aufteilung nach Energiebezugsflächen gibt es sowohl in Zürich wie in Genf einen Anteil von etwa 40%, der nicht aufgeteilt werden kann. Der Strukturwandel kann deshalb in dieser Dimension nicht in der allgemein üblichen Feinheit (Wirtschafts-Abteilungen, Auflösung nach 2-Ziffern) durchgeführt werden. In der Stadt Zürich besteht der Restposten aus Büros, gewerblichen Gebäuden und diversen Gebäuden; in Genf aus den Bereichen Kultur, Sport, Kirche, gewerblichen Gebäuden und diversen Gebäuden.

Das deutlich überproportional starke Wachstum der Banken (250) in Genf und in Zürich, die eine überdurchschnittlich hohe Elektrizitätskennzahl aufweisen, hat dazu beigetragen, dass die durchschnittliche Elektrizitätskennzahl des Dienstleistungssektors gewachsen ist. Diese

Entwicklung wurde in Zürich jedoch grösstenteils kompensiert durch den Rückgang des Handels (100) von etwa 10% seit 1990, der ebenfalls überdurchschnittlich elektrizitätsintensiv ist. Insgesamt ergibt sich – wie Abbildung 3-1 zeigt – eine leicht negative Auswirkung des intersektoralen Strukturwandels auf die durchschnittliche Elektrizitätskennzahl in der Stadt Zürich. In Genf trägt das starke Wachstum der Schulen (400), die weniger elektrizitätsintensiv sind als der Dienstleistungssektor insgesamt, zu einem Ausgleich bei. Dominiert wird die Entwicklung in Genf aber durch den Rückgang der Restbereiche (620: Kultur, Sport, Kirche, gewerbliche Gebäude und diverse Gebäude), die eine sehr tiefe Energiekennzahl Elektrizität aufweisen. Die Folge ist eine leichte strukturbedingte Zunahme der durchschnittlichen Energiekennzahl Elektrizität im Dienstleistungssektor. Insgesamt hat der intersektorale Strukturwandel dazu beigetragen, dass die durchschnittliche Energiekennzahl Elektrizität der Dienstleistungssektoren in Zürich und in Genf seit Mitte der neunziger Jahre das gleiche Niveau von etwa 390 MJ/m^2.Jahr haben.

Bei der Aufteilung nach Beschäftigten gibt es keine grosse Restgrösse. Die maximale Feinheit der Aufteilung ist hier durch die Elektrizitätsstatistik gegeben. Das starke Wachstum der Anzahl Beschäftigten im Bankensektor in der Stadt Zürich (in Genf steigt der Anteil kaum!) hat wenig Einfluss auf den durchschnittlichen Elektrizitätsbedarf pro Person, da in dieser Dimension (Elektrizität pro beschäftigter Person – im Gegensatz zu Elektrizität pro Flächeneinheit) die Banken nicht besonders energieintensiv sind. Der dramatische Rückgang des Anteils des Handels (51-56) von 28.3% auf 15.8% trägt relativ wenig zu einer Zunahme der Energieintensität bei, weil auch hier der Strombedarf pro beschäftigter Person nicht sehr stark vom Durchschnitt des Dienstleistungssektors abweicht. Wie Abbildung 3-2 zeigt, sind die Auswirkungen des Strukturwandels (gemessen bezüglich der Anzahl Beschäftigten) auf den Strombedarf in der Stadt Zürich vernachlässigbar. Deutlich anders ist die Situation im Kanton Genf. Dort tragen drei Entwicklungen zu einer Dämpfung der Zunahme der Elektrizitätsintensität bei: Rückgang des überdurchschnittlich elektrizitätsintensiven Handels (51-56, 58) und Zunahmen der weniger elektrizitätsintensiven Branchen Gesundheit und Heime (83, 85) und Diplomatie/Internationale Organisationen (93).

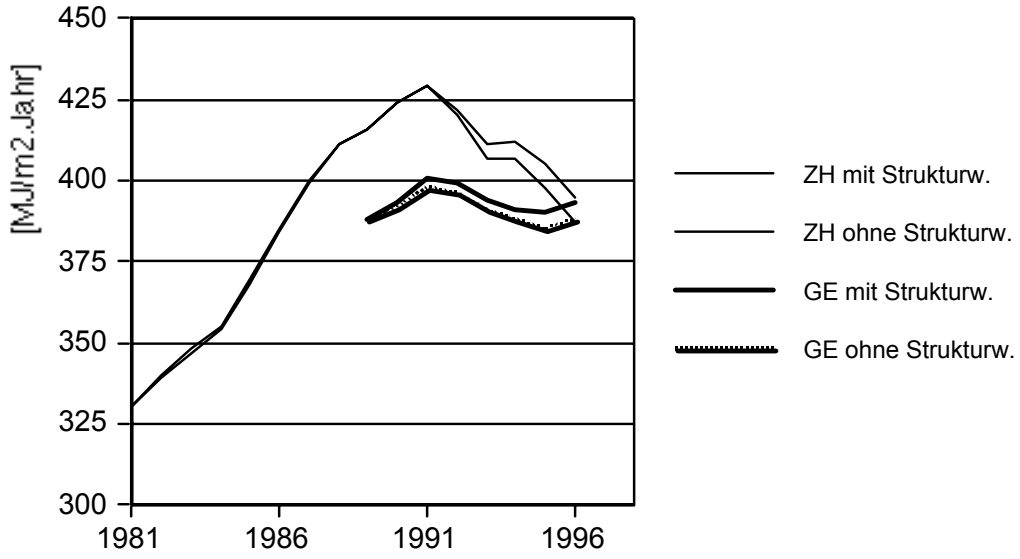


Abbildung 3-1: Energiekennzahl Elektrizität in den Dienstleistungssektoren der Stadt Zürich ab 1981 und des Kantons Genf ab 1989 mit Strukturwandel (Beobachtung) und ohne Strukturwandel (berechnet unter der Annahme, dass die Anteile der Wirtschaftsbranchen an der gesamten Energiebezugsfläche konstant bleiben)

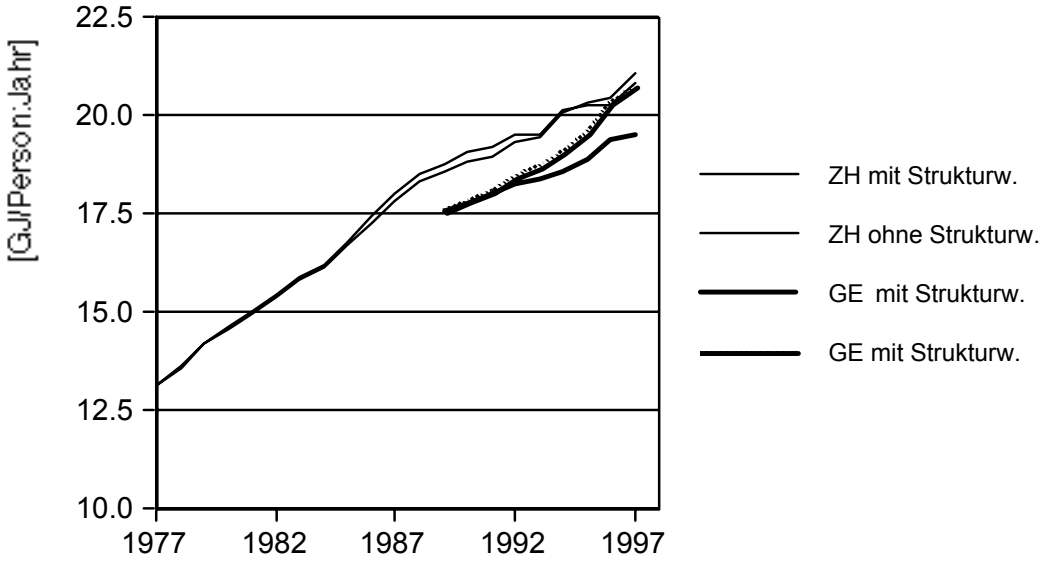


Abbildung 3-2: Elektrizitätsintensität in den Dienstleistungssektoren der Stadt Zürich ab 1977 und des Kantons Genf ab 1989 mit Strukturwandel (Beobachtung) und ohne Strukturwandel (berechnet unter der Annahme, dass die Anteile der Wirtschaftsbranchen an der Gesamtzahl der Beschäftigten konstant bleiben)

Zusammenfassend: der Strukturwandel zwischen den Wirtschaftsbranchen hatte in der Zeit seit Ende der achtziger Jahre in Zürich und in Genf unterschiedliche Auswirkungen, aber – mit Ausnahme für die Elektrizitätsintensität in Genf – nur in geringem Ausmass. Dieses Ergebnis muss nicht unbedingt für die Zukunft gelten. Es ist durchaus vorstellbar, dass demographische und Verhaltenseinflüsse sowie die Wirtschaftsentwicklung diesen Einfluss des intersektoralen

Strukturwandels vergrössern. Hinzu kommen rein statistische Effekte durch Outsourcing von Dienstleistungsbereichen aus dem industriellen Sektor oder ein neuer Trend zur Dienstleistungsintensivierung durch produktbegleitende Dienstleistungen (z. B. Logistik, Information und Kommunikation, Leasing, Contracting u. a.), wie die jüngeren Ergebnisse der wirtschaftswissenschaftlichen Forschung zeigen. Die Entwicklungen der Elektrizitätskennzahlen in den Dienstleistungssektoren von Genf und Zürich werden mehrheitlich von der Entwicklung der Energiekennzahlen in den einzelnen Wirtschaftsbranchen bestimmt, d.h. von der strukturellen Entwicklung innerhalb einer branche (dem intra-sektoralen Strukturwandel) und technologischen Entwicklungen, z. B. der Stromeffizienz und weiterer Automation, Klimatisierung etc. Dies ist das Thema des folgenden Kapitels 4.

4 Veränderung der Elektrizitätskennzahlen der Wirtschaftsbranchen

In den folgenden Abschnitten werden für die Stadt Zürich und für den Kanton Genf die jährlichen Veränderungen der Energiekennzahlen Elektrizität und des Elektrizitätsbedarfs pro Person für die separierbaren Unterbranchen des Dienstleistungssektors analysiert. Für den Dienstleistungssektor insgesamt wird neben der tatsächlichen jährlichen Veränderung auch die hypothetische Veränderung für den Fall, dass keine Strukturänderungen zwischen den Branchen vorliegen, gezeigt. Für typische Perioden werden zudem durchschnittliche jährliche Veränderungen ausgewiesen.

4.1 Veränderung der Energiekennzahl Elektrizität

Die jährlichen Veränderungen der Energiekennzahlen Elektrizität in den Dienstleistungsbranchen variieren von Jahr zu Jahr typischerweise um einige Prozentpunkte. Da sich die Veränderungen der Energiebezugsflächen relativ langsam ändern, widerspiegelt diese Variation grösstenteils die jährliche Veränderung der Elektrizitätsstatistik. Diese Veränderungen sind teilweise eine Folge von witterungsbedingten Unterschieden, von der Anzahl Tage und Arbeitstage pro Jahr, von Zu- und Abgängen von Verbrauchern und von weiteren realen Ereignissen, die im Abschnitt 4.3 diskutiert werden.[2] Ein signifikanter Anteil – nach unserer Einschätzung in der Grössenordnung von einem bis wenigen Prozentpunkten – ist aber auch der statistischen Unsicherheit zuzuschreiben (vgl. Tabelle 4-1). Zwischen den Branchen gibt es grosse Unterschiede der Veränderungsraten, aber fast überall ist um 1990 eine Zäsur zu beobachten (vgl. Abbildung 4-1): Zunahme vorher, Abnahme oder Stagnation nachher. Der intersektorale Strukturwandel hatte in Zürich keinen grossen Einfluss auf die Veränderung der Energiekennzahl Elektrizität des gesamten Dienstleistungssektors (letzte Spalten in Tabelle 4-1 und Abbildung 4-2 sowie Abschnitt 3.3).

[2] Quantitative Aussagen für die Schweiz finden sich in der jährlichen ex-post Analyse der Entwicklung des Energieverbrauchs im Diensteistungssektor, z. B.: (Aebischer und Spreng, 1999)

Tabelle 4-1: Jährliche Veränderung der Energiekennzahlen Elektrizität im Dienstleistungssektor der Stadt Zürich von 1982 bis 1996 und durchschnittliche Veränderungen für verschiedene Perioden

	4.1 250	4.3+4.4 100	5.3 300	6.2 400	6.4 500	6.1 650	6.3 621	4.2+5.2+6.5 Übrige	DL-Sektor Total	DL-Sektor o.Strukturw.
1982	5.02%	5.05%	1.03%	-1.54%	1.27%	0.95%	1.28%	4.51%	2.91%	*3.00%*
1983	3.64%	3.93%	2.65%	0.26%	1.86%	-0.85%	2.88%	3.90%	2.36%	*2.47%*
1984	1.65%	1.60%	1.87%	0.72%	0.84%	5.39%	15.77%	1.94%	1.94%	*2.04%*
1985	10.59%	3.11%	2.57%	-0.26%	2.38%	-0.74%	13.43%	4.05%	3.92%	*3.91%*
1986	7.67%	2.25%	-0.33%	1.80%	-0.44%	5.41%	5.33%	7.02%	4.41%	*4.40%*
1987	4.21%	1.07%	2.33%	3.16%	5.47%	-0.74%	1.70%	5.09%	3.86%	*3.83%*
1988	5.08%	1.56%	0.45%	0.48%	0.11%	-1.56%	4.04%	4.84%	2.87%	*2.74%*
1989	2.38%	-1.14%	-0.76%	2.64%	0.34%	-6.79%	-6.33%	3.20%	1.44%	*1.31%*
1990	0.98%	-2.84%	-2.27%	0.79%	-3.15%	4.33%	5.56%	6.58%	1.81%	*1.79%*
1991	-1.46%	0.97%	2.94%	-0.42%	6.26%	3.50%	3.70%	1.72%	1.15%	*1.30%*
1992	-6.22%	-0.67%	-0.38%	0.32%	-3.03%	77.24%	-2.92%	-3.65%	-1.96%	*-1.63%*
1993	-10.86%	2.00%	-0.52%	-1.75%	-3.88%	16.32%	-2.53%	-3.70%	-3.18%	*-2.57%*
1994	-1.68%	2.43%	1.41%	-1.45%	-0.65%	-0.34%	4.22%	0.51%	-0.04%	*0.15%*
1995	-6.63%	0.03%	0.08%	-4.56%	-0.90%	-0.96%	-3.15%	-1.07%	-2.14%	*-1.76%*
1996	-3.77%	-0.21%	-0.61%	-9.97%	-0.84%	1.42%	-4.05%	-3.57%	-2.82%	*-2.47%*
82-89	5.03%	2.18%	1.23%	0.91%	1.48%	0.13%	4.76%	4.32%	2.96%	*2.96%*
82-90	4.58%	1.62%	0.84%	0.90%	0.97%	0.60%	4.85%	4.57%	2.84%	*2.83%*
82-91	3.98%	1.56%	1.05%	0.76%	1.50%	0.89%	4.74%	4.29%	2.67%	*2.68%*
91-96	-5.10%	0.76%	0.49%	-2.97%	-0.51%	16.20%	-0.79%	-1.63%	-1.50%	*-1.16%*

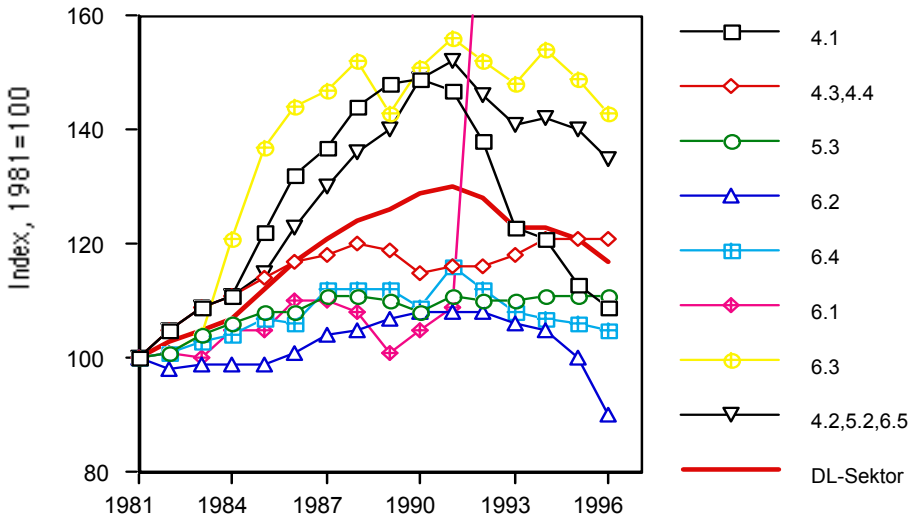


Abbildung 4-1: Relative Entwicklung (100 = 1981) der Energiekennzahlen Elektrizität der verschiedenen Wirtschaftsbranchen im Dienstleistungssektor der Stadt Zürich (analoge Abbildungen für den Elektrizitätsbedarf pro Person und für den Kanton Genf finden sich in (Aebischer und Spreng, 1999; Anhang 1) (Die Bedeutung der Branchenbezeichnungen ist aus den Tabellen 2-1 bis 2-3 auf den Seiten 6-8 ersichtlich)

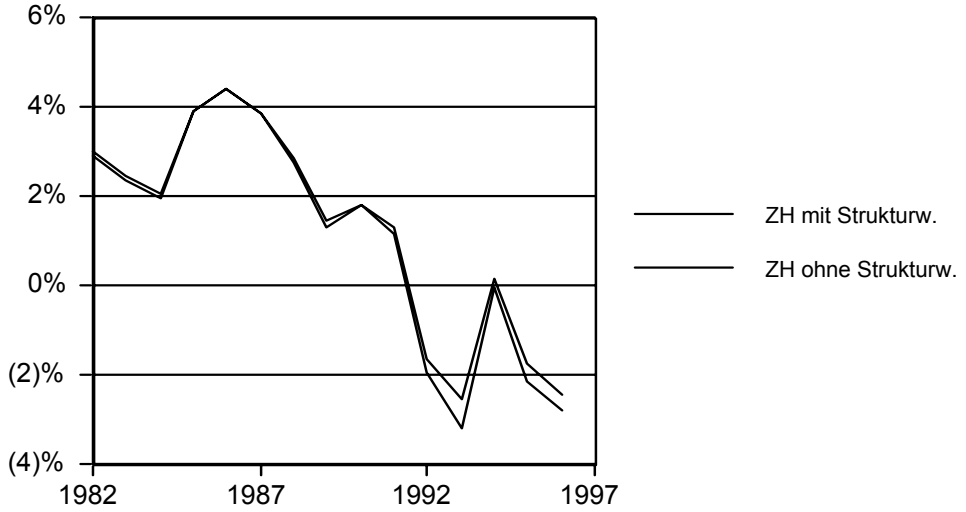


Abbildung 4-2: Jährliche Veränderung der Energiekennzahl Elektrizität im Dienstleistungssektor der Stadt Zürich mit und ohne Strukturwandel zwischen den Branchen, 1982-1996

Im Kanton Genf verläuft die Entwicklung für den gesamten Dienstleistungssektor qualitativ ähnlich wie in Zürich: starke, sich aber stetig abschwächende Zunahme in den achtziger Jahren. Nach 1990 liegen die Veränderungen aber durchschnittlich mit einem Prozentpunkt signifikant höher als in Zürich (vgl. Tabelle 4-2 und 4-1). Ähnlich wie in Zürich ist der Einfluss des intersektoralen Strukturwandels in den neunziger Jahren sehr gering (vgl. Abbildung 4-3).

Tabelle 4-2: Jährliche Veränderung der Energiekennzahlen Elektrizität von 1985 bis 1996 für den gesamten Dienstleistungssektor im Kanton Genf und von 1990 bis 1996 für einzelne Wirtschaftsbranchen, sowie für den gesamten Dienstleistungssektor ohne Strukturwandel 1990-1996

	51-56, 58 100	71 250	72 260	57 300	81-82 400	83, 85 500	91-93 650	61-65,66,73- 75,86-87 660+630	76,84,88 620	Sect. tert. total	Sect. tert. s. ch. struct.
1985										3.12%	
1986										7.70%	
1987										4.19%	
1988										5.04%	
1989										2.31%	
1990	-1.60%	0.34%	10.97%	5.09%	-2.88%	5.72%	5.35%	5.44%	-13.57%	1.34%	*0.92%*
1991	1.13%	1.15%	-1.00%	0.29%	1.41%	1.43%	1.34%	3.95%	0.35%	1.85%	*1.60%*
1992	1.27%	-2.83%	2.43%	1.38%	-2.52%	-0.56%	4.40%	-4.35%	0.54%	-0.52%	*-0.54%*
1993	-1.64%	-1.37%	2.67%	-1.53%	-2.64%	-0.10%	1.31%	-2.33%	0.82%	-1.22%	*-1.21%*
1994	0.46%	-3.21%	-3.13%	-0.22%	0.23%	0.03%	-2.83%	-1.46%	-1.12%	-0.68%	*-0.91%*
1995	-1.57%	-5.00%	-4.47%	0.20%	-1.94%	5.05%	-0.74%	0.91%	-0.86%	-0.40%	*-0.66%*
1996	-0.40%	-1.47%	-0.11%	-2.20%	-3.69%	-1.96%	4.19%	5.86%	1.91%	1.00%	*0.82%*
85-89										4.47%	
85-90										3.95%	
85-91										3.65%	
91-96	-0.12%	-2.12%	-0.60%	-0.35%	-1.52%	0.65%	1.28%	0.43%	0.27%	0.01%	*-0.15%*

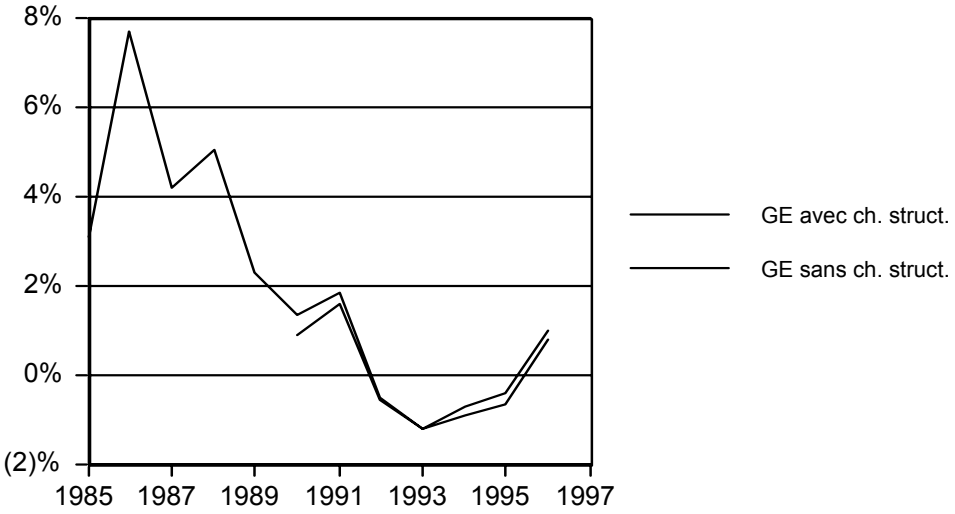


Abbildung 4-3: Jährliche Veränderung der Energiekennzahl Elektrizität im Dienstleistungssektor des Kantons Genf mit und ab 1990 ohne Strukturwandel zwischen den Branchen, 1985-1996

4.2 Veränderung des Elektrizitätsintensität

Analog zur Darstellung der Veränderung der Energiekennzahl Elektrizität im vorhergehenden Abschnitt wird hier die Veränderung der Elektrizitätsintensität (des Elektrizitätsbedarfs pro beschäftigter Person) in Zürich und in Genf diskutiert. Diese Veränderungen können unter der Annahme, dass die Energiebezugsfläche pro Person über die ganze Zeit konstant geblieben wäre, auch als Veränderung der Energiekennzahl Elektrizität interpretiert werden. Für die Periode nach 1990 ist diese Betrachtungsweise für gewisse Branchen, insbesondere solche mit einem hohen Anteil an Büroarbeitsplätzen interessant, da in diesen Jahren gerade in Zürich und Genf ein signifikanter Anteil (Untersuchungen von Wüest & Partner ergaben Werte von über 10%) der Büroflächen nicht genutzt wurde.

Die Variationen der jährlichen Veränderungen sind hier noch vermehrt als bei der Energiekennzahl Elektrizität eine Folge der Schwankungen der jährlichen Veränderung der Elektrizitätsstatistik, denn die Beschäftigtenzahlen sind nur für die Jahre 1975, 1985, 1991 und 1995 bekannt. Für die Zwischenjahre werden linear interpolierte Werte verwendet. In der Stadt Zürich verlaufen die Entwicklungen in den verschiedenen Branchen wie bei der Energiekennzahl Elektrizität recht unterschiedlich. Ein Einbruch der Zunahme nach 1990 wird hier aber nur in einzelnen Branchen, z. B. Banken (71) und bei den Versicherungen, Beratung, Planung, kommerzielle Dienste (72-76), beobachtet (vgl. Tabelle 4-3). Für den Dienstleistungssektor insgesamt nimmt die Elektrizitätsintensität über die ganze Periode 1978-1997 zu. Diese Zunahme liegt aber in den neunziger Jahren etwa 1.4%-Punkt unter den Werten der achtziger Jahre.

Tabelle 4-3: Jährliche Veränderung des Elektrizitätsbedarfs pro beschäftigter Person von 1978 bis 1997 in einzelnen Wirtschaftsbranchen und im gesamten Dienstleistungssektor der Stadt Zürich (mit und ohne Strukturwandel zwischen den Branchen)

	71	72-76	51-56	61-66	57	91	81	86, 88	83, 85	58, 82, 84 87, 92, 93	DL-Sektor	DL-Sektor o. Struktw.
1978	8.7%	-3.1%	6.7%	2.7%	2.0%	-0.6%	3.5%	-1.5%	11.0%	1.8%	3.8%	3.7%
1979	5.6%	5.5%	2.4%	6.5%	-0.5%	-0.6%	14.0%	10.1%	1.1%	0.5%	4.2%	4.2%
1980	6.9%	4.6%	5.3%	3.4%	1.7%	7.1%	-0.2%	4.1%	4.5%	-1.1%	3.0%	2.9%
1981	5.6%	2.7%	5.9%	2.1%	-1.9%	-3.1%	0.5%	5.1%	0.1%	5.2%	2.7%	2.7%
1982	5.1%	6.0%	6.5%	-1.6%	0.4%	0.9%	0.6%	1.2%	1.3%	2.7%	3.0%	2.9%
1983	4.0%	1.3%	5.7%	1.9%	1.8%	-0.6%	2.6%	3.0%	2.1%	5.4%	2.6%	2.6%
1984	2.0%	1.7%	3.3%	1.8%	1.0%	5.6%	1.7%	15.6%	0.5%	-2.0%	2.0%	2.0%
1985	10.9%	3.2%	4.3%	2.7%	1.6%	-0.6%	-0.1%	13.1%	1.8%	1.9%	3.7%	3.5%
1986	7.5%	5.0%	3.1%	10.2%	-1.7%	4.2%	-1.6%	4.8%	-2.5%	5.2%	3.8%	3.6%
1987	4.4%	7.4%	2.5%	3.6%	1.1%	-1.6%	0.0%	1.4%	3.7%	0.3%	3.4%	3.2%
1988	6.1%	4.1%	4.0%	3.5%	-0.3%	-1.6%	-2.5%	4.2%	-1.4%	6.4%	2.9%	2.7%
1989	3.1%	1.1%	1.0%	8.0%	-1.7%	-7.1%	-0.3%	-7.1%	-1.5%	1.8%	1.3%	1.2%
1990	1.5%	4.8%	-1.5%	13.0%	-3.3%	3.8%	-1.5%	4.8%	-4.3%	3.0%	1.6%	1.5%
1991	-2.1%	-0.9%	1.3%	7.7%	1.5%	1.7%	-2.6%	2.5%	5.8%	-1.4%	0.5%	0.8%
1992	-1.4%	-2.4%	4.6%	-2.5%	2.1%	77.6%	2.0%	-0.8%	0.7%	4.0%	1.6%	1.7%
1993	-6.7%	-0.5%	7.1%	-2.0%	2.3%	16.0%	0.3%	-0.1%	-0.4%	-1.9%	0.1%	0.7%
1994	2.7%	-0.2%	7.5%	6.3%	4.3%	-0.8%	0.2%	6.6%	1.7%	5.7%	3.1%	3.4%
1995	-2.3%	-0.3%	4.8%	1.9%	2.7%	-1.3%	-3.6%	-1.1%	1.1%	4.0%	0.8%	1.2%
1996	0.6%	-2.5%	4.5%	2.7%	2.0%	1.0%	-9.0%	-2.0%	1.1%	-2.8%	0.1%	0.6%
1997	-1.3%	4.9%	6.3%	2.8%	2.4%	-0.7%	0.0%	4.7%	1.3%	5.4%	2.6%	3.0%
78-90	5.5%	3.4%	3.8%	4.4%	0.0%	0.4%	1.3%	4.5%	1.3%	2.4%	2.9%	2.8%
91-96	-1.5%	-1.1%	5.0%	2.4%	2.5%	15.7%	-2.1%	0.9%	1.7%	1.3%	1.0%	1.4%

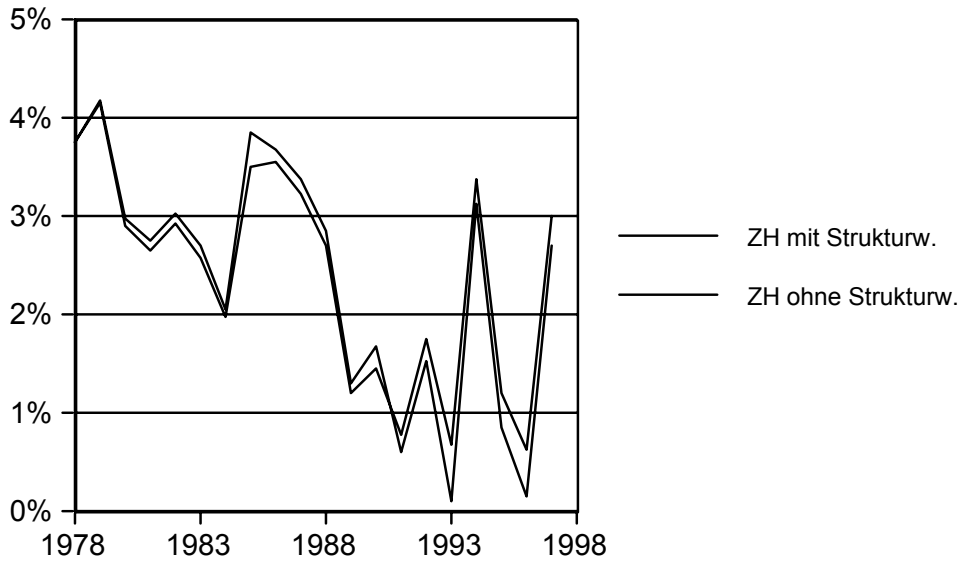


Abbildung 4-4: Jährliche Veränderung des Elektrizitätsbedarfs pro beschäftigter Person im Dienstleistungssektor der Stadt Zürich mit und ohne Strukturwandel zwischen den Branchen

Wiederum stimmen die Veränderungen im Kanton Genf im Trend recht gut mit den Entwicklungen in der Stadt Zürich überein. Im Detail werden aber deutliche Unterschiede sichtbar. So nimmt z. B. in Genf die Elektrizitätsintensität der Branchen Banken (71), Versicherungen (72) und Beratung, Planung, kommerzielle Dienste (73-75) auch nach 1990 deutlich zu (vgl. Tabelle

4-4). Auffallend ist die signifikante Auswirkung des intersektoralen Strukturwandels (unterschiedliches Wachstum der Wirtschaftsbranchen). In den neunziger Jahren trägt er mit durchschnittlich etwa 1% pro Jahr zur Dämpfung des Zuwachses bei (vgl. Abbildung 4-5). Trotzdem wird auch in dieser Periode ein Zuwachs von über 1% pro Jahr beobachtet (vgl. Tabelle 4-4).

Tabelle 4-4: Jährliche Veränderung des Elektrizitätsbedarfs pro beschäftigter Person von 1990 bis 1997 in einzelnen Wirtschaftsbranchen und ab 1985 im gesamten Dienstleistungssektor des Kantons Genf (ab 1990 mit und ohne Strukturwandel zwischen den Branchen) (Die Bedeutung der Branchenbezeichnungen ist aus den Tabellen 2-1 bis 2-3 auf den Seiten 6-8 ersichtlich)

	51-56, 58	57	61-65	66	71	72	73-75	76	81-82	83,85	84	86-87	88	91-92	93	Sect. tert.	Sect. tert. s. ch. str.
1985																3.04%	
1986																7.70%	
1987																4.17%	
1988																5.21%	
1989																2.27%	
1990	0.26%	4.79%	8.86%	-0.69%	1.43%	10.36%	4.04%	-0.50%	-0.87%	3.63%	-39%	-5.60%	5.31%	0.63%	6.14%	1.03%	1.29%
1991	1.95%	-0.37%	-2.49%	4.42%	1.70%	-2.09%	11.50%	1.11%	2.59%	-0.40%	-1.13%	7.81%	1.22%	3.46%	-2.48%	1.15%	1.43%
1992	5.43%	3.80%	3.66%	-1.59%	1.82%	6.45%	-9.68%	-1.44%	-2.52%	-2.09%	-2.31%	8.37%	4.47%	15.65%	0.77%	1.53%	2.20%
1993	2.21%	0.83%	2.30%	-2.73%	3.11%	6.48%	-0.05%	-2.16%	-2.95%	-1.72%	-1.65%	3.85%	4.98%	4.82%	1.64%	0.63%	1.34%
1994	4.63%	2.55%	5.45%	-4.15%	1.48%	0.69%	-0.52%	-0.47%	-0.58%	-2.42%	-4.84%	11.65%	1.76%	-3.15%	0.51%	1.06%	1.93%
1995	3.38%	2.85%	6.72%	4.85%	0.00%	-0.39%	2.90%	-2.86%	-2.37%	2.82%	-4.73%	4.70%	3.80%	8.31%	-1.72%	1.68%	2.60%
1996	4.50%	0.38%	10.17%	-2.26%	3.15%	3.75%	16.87%	-2.38%	-4.15%	-4.05%	5.50%	4.90%	3.56%	9.39%	4.13%	2.85%	3.95%
1997	3.86%	2.03%	5.02%	-4.27%	2.31%	5.83%	-5.97%	-3.63%	-1.87%	-1.00%	-5.83%	5.32%	3.52%	2.70%	3.66%	0.62%	1.90%
85-89																4.48%	
90-97	3.28%	2.11%	4.96%	-0.80%	1.88%	3.88%	2.38%	-1.54%	-1.59%	-0.65%	-6.73%	5.12%	3.58%	5.23%	1.58%	1.32%	2.08%

Abbildung 4-5: Jährliche Veränderung des Elektrizitätsbedarfs pro beschäftigter Person im Dienstleistungssektor des Kantons Genf mit und ab 1990 ohne Strukturwandel zwischen den Branchen

4.3 Interpretation der Veränderungen der Energiekennzahl Elektrizität

In diesem und in den folgenden Abschnitten wird die Energiekennzahl aus den folgenden Gründen nur in der Dimension der Energiebezugsflächen diskutiert:

- Die Diskussion der Entwicklung der Energiekennzahl von einzelnen Branchen erfolgt meist auf technischer Ebene; dabei spielt die Infrastruktur, die sehr eng mit dem bebauten Raum (aber eher lose mit den Beschäftigten) verbunden ist, eine ganz wesentliche Rolle: im Dienstleistungssektor werden durchschnittlich 2/3 des Elektrizitätsbedarfs für die Gebäude-Infrastruktur (Lüftung, Klima, Licht u. ä.) verwendet (Aebischer et al., 1996; Tab. 4.4-3).
- Untersuchungsobjekte zur Entwicklung des Energiebedarfs innerhalb einer Wirtschaftsbranche sind im Allgemeinen Gebäude (Firmendaten sind dazu meistens zu ungenau), und die Energiebezugsfläche ist die deutlich stabilere Referenzgrösse als die Anzahl Beschäftigten. die insbesondere in den letzten Jahren häufig stark fluktuiert hat, sei es aus konjunkturellen Gründen oder Rationalisierungsmassnahmen, veränderte Anteile von Teilzeitbeschäftigung u. a.

Aber andererseits werden implizit auch Aussagen zur Entwicklung des Elektrizitätsbedarfs pro beschäftigter Person gemacht: die Brücke zwischen Energiebedarf pro Fläche und Energiebedarf pro Person ist gegeben durch die Grösse "Fläche pro Person", die im Abschnitt 4.3.2 diskutiert und dokumentiert wurde. Die relativen Entwicklungen des Elektrizitätsbedarfs pro beschäftigter Person würden den Entwicklungen der Energiekennzahl Elektrizität in diesen Branchengruppen entsprechen, falls die Fläche pro Person über die betrachtete Periode konstant geblieben wäre. Die Entwicklung des Flächenbedarfs pro Person ist mit einer recht grossen Unsicherheit behaftet und die Variable Elektrizitätsintensität wird deshalb gelegentlich, insbesondere im Kapitel 4, im Sinne einer Sensitivitätsuntersuchung weiterhin beigezogen.

Die Determinanten für die Veränderung der durchschnittlichen Energiekennzahl Elektrizität einer Wirtschaftsbranche sind vielfältig. In den zwei folgenden Abschnitten werden diese aus zwei unterschiedlichen Blickwinkeln diskutiert: zuerst aus technologischer Sicht, bei der die energieverbrauchenden Geräte und Anlagen im Zentrum der Betrachtungen stehen, und dann aus der Sicht der Systemenergieanalyse, die von methodischen systemumfassenden Überlegungen ausgeht und diese mit den verschiedenen Einzelbeobachtungen in Übereinstimmung zu bringen versucht. Beide Sichtweisen bilden die energiewirtschaftliche Realität in einem stark vereinfachten Modell ab, das nicht „falsch“, aber auch nicht vollständig ist. Je nach Fragestellung kann das eine oder das andere Modell die bessere Antwort liefern. Es wird argumentiert (Ende Abschnitt 4.3.2), dass der zweite Modellansatz für die Anwendung in langfristigen Perspektivarbeiten deutliche Vorteile hat.

4.3.1 Neue oder mehr Energiedienstleistungen und rationelle Energienutzung

Die durchschnittliche Energiekennzahl Elektrizität einer Wirtschaftsbranche kann als die Summe des Elektrizitätsverbrauchs aller Geräte und Anlagen in dieser Branche dividiert durch die gesamte Energiebezugsfläche betrachtet werden. Bei konstanter Fläche kann dann die Kennzahl infolge von drei Gruppen von Einflussfaktoren variieren:

- Neue oder mehr Energiedienstleistungen bringen durch den Betrieb von zusätzlichen Geräten und Anlagen oder durch eine intensivere Nutzung der existieren Geräte einen Mehrverbrauch an Elektrizität. Beispiel dafür sind die Informatisierung und Automatisierung des Dienstleistungssektors, der Trend zur mechanischen Belüftung und Klimatisierung der Gebäude, die zunehmende Beleuchtungsstärke an vielen Arbeitsplätzen oder die längeren Öffnungszeiten im Einzelhandel oder längere Arbeitszeiten in speziellen Bürobereichen.
- Mit einer rationelleren Energienutzung kann eine Energiedienstleistung mit weniger Elektrizität oder eine zusätzliche Energiedienstleistung ohne einen Mehrverbrauch an Energie geleistet werden. Dabei kann unterschieden werden zwischen den technischen Wirkungsgradverbesserungen infolge des sogenannten „autonomen technischen Fortschritts" und der Wirkung von zusätzlichen Massnahmen zur rationelleren Verwendung von Elektrizität. Der technische Fortschritt bringt Verbesserungen, die bei reifen Technologien bei etwa 1% pro Jahr liegen, aber bei neuen Technologien deutlich höher ausfallen können. Bei den Informationstechnologien wurden in den letzten vierzig Jahren etwa alle zehn Jahre Verbesserungen um einen Faktor hundert (!) beobachtet. Für einen rationelleren Energieeinsatz sind Massnahmen beim Einkauf und Betrieb von Geräten, bei der Planung und beim Betrieb von Anlagen und beim Um- und Neubau von Gebäuden wichtig. Das kosteneffektive Reduktionspotential dieser Massnahmen liegt innerhalb der nächsten 10 (20) Jahre bei etwa 15% (30%) (UNDP, 1999).
- Substitution von anderen Energieträgern durch Elektrizität oder von Elektrizität durch andere Energieträger. Diese Entwicklungen sind fast ausschliesslich auf Wärme- und Kälteanwendungen beschränkt.

In einer früheren Arbeit (Aebischer und Spreng, 1994) wurde in Anlehnung an den erfolgreichen bottom-up Ansatz für die Haushalte versucht, die Entwicklung im Dienstleistungssektor ebenfalls mit einem bottom-up Ansatz auf Geräte- und Anlagenebene zu beschreiben. Es zeigte sich aber, dass zwar teilweise Daten zur Anzahl und zu den technischen Charakteristiken der Geräte und Anlagen erhältlich sind, dass aber keine fundierten Grundlagen für die Beschreibung des Betriebs dieser Geräte und Anlagen existieren und deshalb dieser Ansatz nicht zu einer quantitativen Interpretation der vergangenen Entwicklung führen und somit auch kaum für Perspektivstudien eingesetzt werden kann.

Ebenso musste ein Ansatz fallen gelassen werden, der sich an der Beschreibung für die Entwicklung des Raumwärmebedarfs orientierte: die Entwicklung der durchschnittlichen Energiekennzahlen Elektrizität in den verschiedenen Wirtschaftsbranchen wurde mit dem Zugang von neuen Gebäuden und mit der Erneuerung der alten Gebäude interpretiert (Aebischer et al., 1988). Um die Modellrechnungen mit der beobachteten Entwicklung in der Stadt Zürich in Übereinstimmung zu bringen, mussten die Energiekennzahlen in den neuen und erneuerten Gebäuden um ca. 50% über der durchschnittlichen Kennzahl der bestehenden Gebäude angesetzt werden, was in der erwähnten Untersuchung (Aebischer und Spreng, 1994) nicht beobachtet wurde. Aus heutiger Sicht muss diese Aussage relativiert werden, denn in den meisten Fällen wurden nur ähnliche Gebäude miteinander verglichen, z. B. neue Bürogebäude mit alten Bürogebäuden, aber nicht mit Büroflächen in Wohngebäuden, und neue Ladengebäude mit alten Supermarkets, aber nicht mit „Tante Emma"-Läden.

4.3.2 Interner Strukturwandel

Eine weitere Möglichkeit, die Entwicklung der Elektrizitätskennzahl einer Wirtschaftsbranche zu modellieren, besteht in einem Vorgehen analog zur Bestimmung der Auswirkung des **intersektoralen Strukturwandels** (Strukturwandel zwischen den Wirtschaftsbranchen) auf die Elektrizitätskennzahl des gesamten Dienstleistungssektors – beschrieben im Abschnitt 4.4. Anstelle des unterschiedlichen Wachstums der Wirtschaftsbranchen wird in diesem Fall von einem unterschiedlichen Wachstum von Untergruppen innerhalb der Wirtschaftsbranchen, dem **intra-sektoralen Strukturwandel**, ausgegangen.

Diese Methode wird im Industriesektor häufig eingesetzt: so wird z. B. der Rückgang der Energiekennzahl in der Branche "Herstellung von sonstigen Produkten aus nichtmetallischen Mineralien" mit dem anteilmässigen Rückgang der Zementproduktion erklärt. Im Dienstleistungssektor wurde diese Interpretation bis vor kurzem jedoch kaum angewendet (Dieckmann et al., 1999), im wesentlichen wegen fehlenden Daten zum Energieverbrauch einzelner Branchen.

Überraschende Beobachtungen in der bereits erwähnten Untersuchung (Aebischer und Spreng, 1994) zur Entwicklung des Strombedarfs im Dienstleistungssektor der Stadt Zürich waren der Auslöser für die Anwendung dieser Methode. Die Untersuchungen zeigten, dass die Energiekennzahl Elektrizität verschiedener Wirtschaftsbranchen (z. B. Banken, Handel, Spitäler) signifikant zunimmt, dass bei einzelnen Objekten (Gebäuden) aber nicht ein eindeutiger Trend zu beobachten ist. Es wurden etwa gleichviel Objekte mit zunehmendem wie mit abnehmendem Strombedarf beobachtet. Die Wachstumskomponente (insbesondere infolge des vermehrten und intensiveren Einsatz von stromverbrauchenden Geräten) wurde in den achtziger Jahren im Mittel durch den technischen Fortschritt bei neuen Geräten und Anlagen und durch Sparmassnahmen kompensiert.

Andererseits fiel auf, dass es in vielen Branchen Untergruppen gibt, die mit spezifisch erbrachten Dienstleistungen charakterisiert werden können. Beispiele für solche Untergruppen sind Standard- und Luxushotels in der Branche Beherbergung, "Tante Emma"-Läden und MMM-Läden im Detailhandel, Volksschulen und Hochschulen im Bereich Ausbildung und auch wenig-technisierte und hochtechnisierte Bürogebäude. Die Objekte einer solchen Untergruppe haben relativ ähnliche Energiekennzahlen Elektrizität, aber die durchschnittlichen Energiekennzahlen Elektrizität der verschiedenen Untergruppen einer Branche unterscheiden sich oft sehr deutlich. Bei näherem Hinschauen zeigte sich, dass sich – über eine längere Periode betrachtet – die Populationen der Untergruppen verschieben, und zwar nimmt die relative Anzahl der Objekte, die den stromintensiven Untergruppen zugeordnet werden können, zulasten der Objekte in den wenig stromintensiven Untergruppen zu. Diese Verschiebung wird wesentlich, aber nicht nur, durch neue und erneuerte Objekte bewirkt. Ein Beispiel für einen Transfer zwischen zwei Gruppen von Objekten ohne Gesamterneuerung des Objekts ist der Ein- oder Ausbau eines (grossen) Rechenzentrums in einem Bürogebäude.

Diese zwei Beobachtungen wurden bei der Erarbeitung des Langfristprognosemodells für den Strombedarf des Dienstleistungssektors (Aebischer et al., 1996) wie folgt interpretiert:

- Die Energiekennzahl Elektrizität einer homogenen Untergruppe bleibt ohne (gegenüber den achtziger Jahren) verstärkte Stromsparmassnahmen konstant. D. h. der "autonome technische Fortschritt" und die in den achtziger Jahren üblichen Sparmassnahmen kompensieren (auch in Zukunft) in homogenen Untergruppen die Zunahme des Strombedarfs infolge vermehrtem und intensiverem Einsatz von Geräten und Anlagen.
- Die Veränderung der Population der Untergruppen einer Branche (intra-sektoraler Strukturwandel) bewirkt die beobachtete Veränderung der durchschnittlichen Energiekennzahl Elektrizität der Branche.
- Der intra-sektorale Strukturwandel entspricht einem veränderten Dienstleistungsangebot, resp. einer veränderten Dienstleistungsnachfrage.
- Veränderungen im Mix von Angebot und Nachfrage von Dienstleistungen sind abhängig vom Wirtschaftswachstum: schnelle Entwicklungen in Wachstumsphasen; Stagnation in Rezessionsphasen.

Kurz zusammengefasst lautet die Arbeitshypothese: die zukünftige Entwicklung der Energiekennzahl Elektrizität einer Wirtschaftsbranche wird bestimmt durch den intra-sektoralen Strukturwandel dieser Branche und durch – gegenüber den achtziger Jahren – verstärkte Sparmassnahmen.

Diese zwei Interpretationen (Abschnitt 4.3.1 und 4.3.2) der beobachteten Veränderung der Energiekennzahlen Elektrizität sind gar nicht so unterschiedlich, wie es auf den ersten Anblick scheint. Denn falls die Aufteilung des Dienstleistungssektors entsprechend den „homogenen Gruppen“ erfolgen könnte, dann würde der intra-sektorale Strukturwandel zum intersektoralen

Strukturwandel und die Determinanten „neue und mehr Energiedienstleistungen“, „rationelle Energienutzung“ und „Substitution von andern Energieträgern durch Elektrizität“ würden dann zur Erklärung der Veränderung der Energiekennzahl Elektrizität in den einzelnen homogenen Untergruppen und nicht mehr in den verschiedenen Branchen verwendet. Aus der Sicht des Analytikers liegt der entscheidende Vorteil dieser feineren Aufteilung in zwei Punkten:

- Separierung der technischen und der sozioökonomischen Faktoren, welche eine Veränderung der durchschnittlichen Energiekennzahl Elektrizität einer Wirtschaftsbranche bewirken. Damit wird explizit die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung als ein Einflussfaktor für die zukünftige Elektrizitätsnachfrage ausgewiesen, der kaum mit technischen Massnahmen korreliert werden kann.
- Die beobachtete Konstanz der durchschnittlichen Energiekennzahlen Elektrizität der homogenen Gruppen in den achtziger Jahren ist eine willkommene empirische Referenzentwicklung, um die Auswirkungen von verstärkten Massnahmen für eine rationellere Stromnutzung zu verfolgen. Diese Beobachtungen wurden im wesentlichen für Objekte in der Stadt Zürich gemacht. Für Bürogebäude ist eine diesbezügliche Analyse an einem für die Schweiz repräsentativen Sample von Bürogebäuden (Weber et al., 1999) möglich. Wie die folgenden Abbildungen zeigen, wird unsere Beobachtung in der Stadt Zürich sehr gut bestätigt für Bürogebäude mit einer partiellen Energiekennzahl Elektrizität „zentrale Dienste“ < 150 MJ/m^2.Jahr und für nicht klimatisierte Bürogebäude; die Übereinstimmung ist etwas weniger gut für teilklimatisierte Gebäude, wo ein leichter Anstieg zu beobachten ist; für vollklimatisierte Gebäude und für Gebäude mit einem Grossrechner oder mit einem Kulinarium stimmt unsere Beobachtung in der Stadt Zürich eher nicht. Die Rechenzentren wurden bereits in der Studie zur Entwicklung des Stromverbrauchs in der Stadt Zürich als bedeutender Einflussfaktor erkannt und deshalb in der Wirtschaftsbranche „Banken“ als eigene Untergruppe behandelt. Die Resultate der Untersuchung (Weber, 1999) zeigen, dass dies auch für andere Branchen notwendig ist.

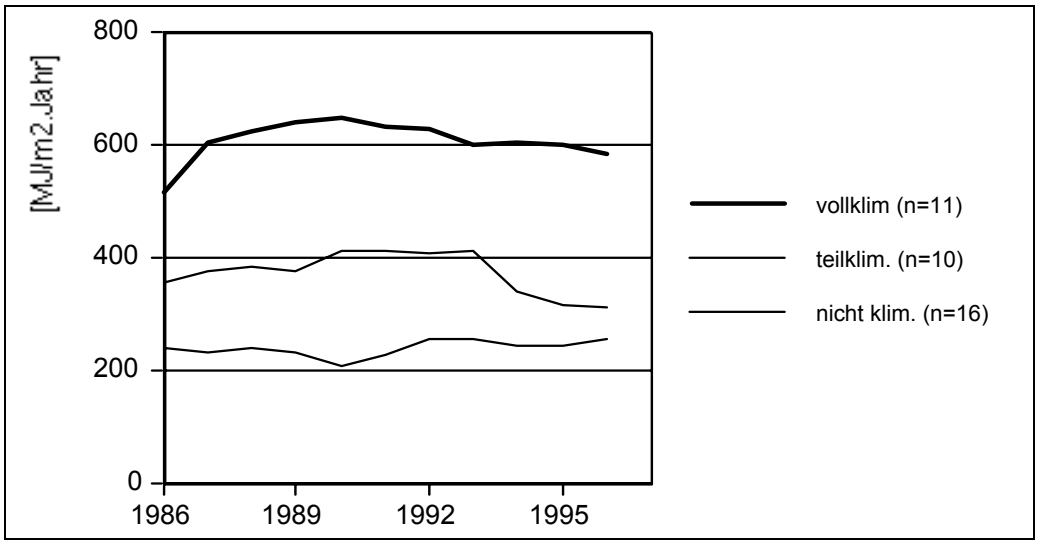


Abbildung 4-6: Entwicklung der durchschnittlichen Energiekennzahl Elektrizität für elf vollklimatisierte, zehn teilklimatisierte und sechzehn nicht-klimatisierte Bürogebäuden (Weber, 1999)

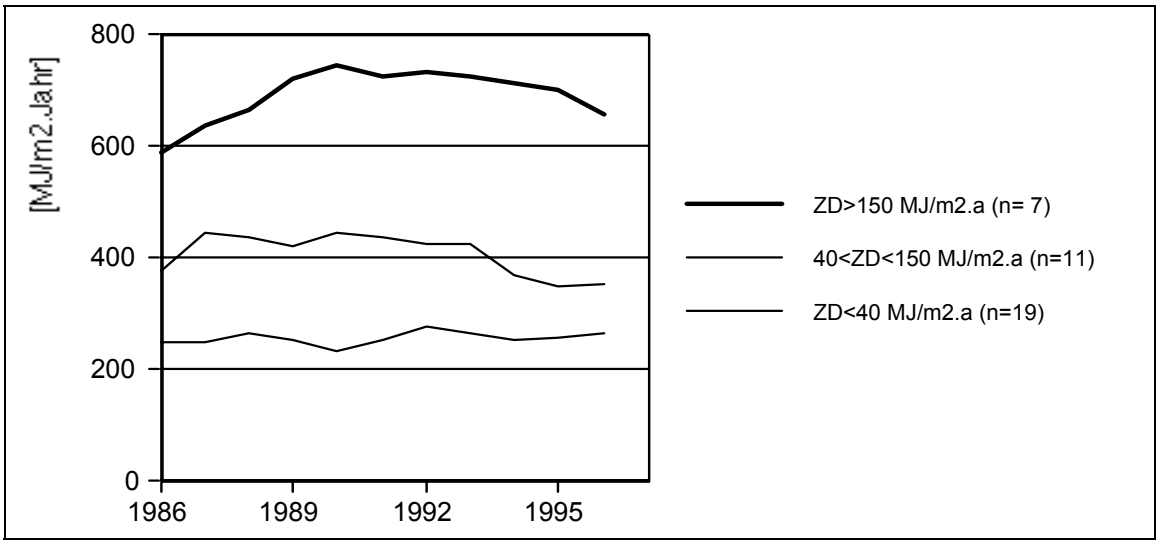


Abbildung 4-7: Entwicklung der durchschnittlichen Energiekennzahl Elektrizität für sieben Bürogebäude mit einer partiellen Energiekennzahl „zentrale Dienste“ grösser als 150 MJ/m^2.Jahr, für 11 Gebäude zwischen 40 und 150 MJ/m^2.Jahr und für 19 Objekte mit weniger als 40 MJ/m^2.Jahr (Weber, 1999)

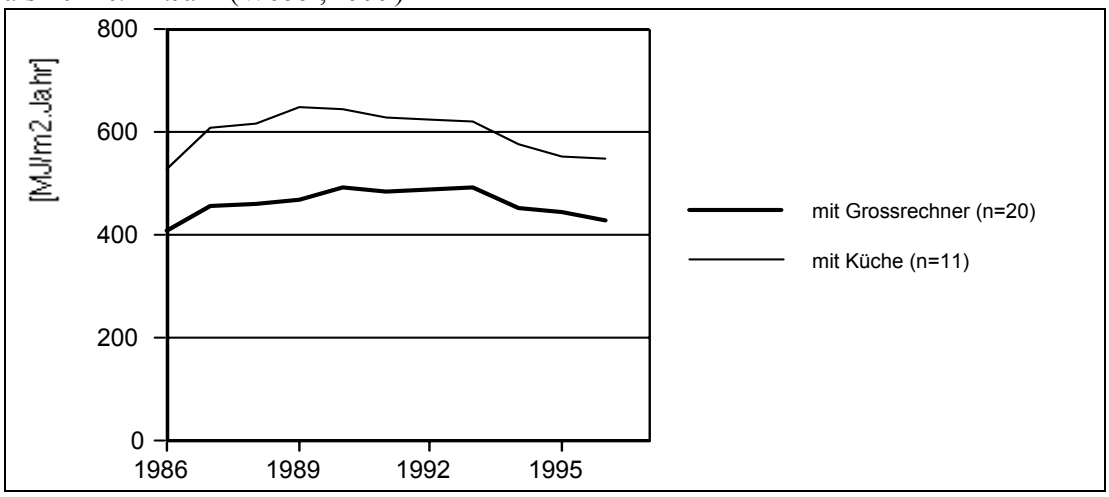


Abbildung 4-8: Entwicklung der durchschnittlichen Energiekennzahl Elektrizität für 20 Bürogebäude mit einem Grossrechner und für 11 Gebäude mit einer Küche (Weber, 1999)

5 Modellierung der Veränderung der Energiekennzahlen Elektrizität

Der letzte im obigen Kapitel erwähnte Interpretationsschritt: "Veränderungen im Mix von Angebot und Nachfrage von Dienstleistungen sind abhängig vom Wirtschaftswachstum: schnelle Entwicklungen in Wachstumsphasen; Stagnation in Rezessionsphasen." basierte bei der Erarbeitung des Modells nur auf wenigen punktuellen Beobachtungen; es war eine plausible, aber spekulative Annahme.

In diesem Kapitel soll diese Hypothese mithilfe der Statistiken aus den achtziger und neunziger Jahren, zweier Perioden mit einem deutlich unterschiedlichen Wirtschaftswachstum, getestet werden.

Der Modellansatz für die Auswirkung des intra-sektoralen Strukturwandels auf die durchschnittliche Energiekennzahl Elektrizität einer Wirtschaftsbranche lautet:

1) $s_i(t) = s_i\,(80) \bullet dBIP(\tau) / dBIP(80)$

   wobei

$s_i(t)$:	Auswirkung des intra-sektoralen Strukturwandels in der Branche i im Jahre t
$s_i(80)$:	durchschnittliche Auswirkung des intra-sektoralen Strukturwandels in den achtziger Jahren. Entspricht den durchschnittlichen jährlichen Veränderungen der Energiekennzahl Elektrizität in den Wirtschaftsbranchen der Stadt Zürich (Tabelle in Abschnitt 4.1.1), resp. Im gesamten Dienstleistungssektor des Kantons Genf (Tabelle im Abschnitt 4.1.2)
$dBIP(\tau)$:	Durchschnittliche Veränderung des Bruttoinlandprodukts (BIP) der Schweiz in der Periode τ; das Jahr t ist Teil der Periode τ
dBIP(80):	Durchschnittliche jährliche Veränderung des BIP in den achtziger Jahren

2) Nach 1990 langsame Zunahme der Auswirkung von vermehrten Sparmassnahmen entsprechend dem Szenario I in Aebischer et al. (1996); diese zusätzlichen Einsparungen sind in relativen Einheiten der Energiekennzahl Elektrizität in Tabelle 5-1 gezeigt.

Tabelle 5-1: Reduktion der Energiekennzahl Elektrizität infolge vermehrter Sparmassnahmen (Aebischer et al., 1996), 1991-1997

	4.1 250	4.3+4.4 100	5.3 300	6.2 400	6.4 500	6.1 650	6.3 621	Übrige Übrige	DL-total
1991	-0.11%	-0.04%	-0.02%	-0.06%	-0.10%	-0.08%	-0.05%	-0.05%	-0.05%
1992	-0.19%	-0.08%	-0.04%	-0.13%	-0.19%	-0.14%	-0.10%	-0.10%	-0.10%
1993	-0.27%	-0.12%	-0.06%	-0.19%	-0.27%	-0.20%	-0.14%	-0.14%	-0.14%
1994	-0.34%	-0.15%	-0.08%	-0.26%	-0.35%	-0.26%	-0.18%	-0.18%	-0.19%
1995	-0.39%	-0.18%	-0.09%	-0.30%	-0.41%	-0.29%	-0.22%	-0.22%	-0.21%
1996	-0.43%	-0.21%	-0.10%	-0.34%	-0.46%	-0.32%	-0.25%	-0.25%	-0.25%
1997	-0.47%	-0.24%	-0.12%	-0.37%	-0.54%	-0.36%	-0.28%	-0.28%	-0.28%

Quelle: Aebischer et a., 1996

Bemerkungen:

1 Eine Diskussion des Modellansatzes und der Interpretation des Vergleichs Modellrechnung und Beobachtung folgt im Kapitel 6

2 Kurzfristige Faktoren für die jährliche Veränderung, z. B. klimatische Einflüsse und Energiepreisveränderungen – analog zur Studie (Aebischer und Spreng, 1999) – werden im vorliegenden Kapitel nicht explizit berücksichtigt, weil die berechnete Auswirkung auf den Mittelwert der Jahre 1991-96 (zufälligerweise!) minimal ist (wenige Prozent der beobachteten Veränderung der Mittelwerte vor 90 und nach 90). Im Anhang 4, wo die jährlichen Veränderungen (und nicht nur deren Mittelwerte) diskutiert werden, finden sich weitere Ausführungen dazu.

Die berechneten Mittelwerte der jährlichen Veränderung der durchschnittlichen Energiekennzahl Elektrizität des Dienstleistungssektors reflektieren die Auswirkung des Strukturwandels und der vermehrten Sparbemühungen nach 1990 (nach Korrektur für Strukturwandel zwischen den Branchen); die Werte liegen in der Stadt Zürich in den Jahren nach 1990 etwas über dem Mittelwert der Beobachtungen (vgl. Abbildung 5-1). Für die Jahre vor 1990 entspricht der berechnete Mittelwert per Definitionem dem Mittelwert der Beobachtungen. Die beobachteten Werte sind fett gezeigt (vgl. Abbildung 5-1); die zwei berechneten Reihen unterscheiden sich dadurch, dass einmal die bis vor Kurzem übliche Definition des BIP verwendet wurde (mit "alt" bezeichnet) und das andere mal die seit kurzem eingeführte (und rückwirkend nachgerechnete) Definition des BIP, welche der Systematik der EU angepasst ist. Die Abweichung beträgt etwa 1%-Punkt (zu hoch).

Für Genf stimmen die berechneten Mittelwerte sehr gut mit dem Mittelwert der Beobachtungen überein (vgl. Abbildung 5-2).

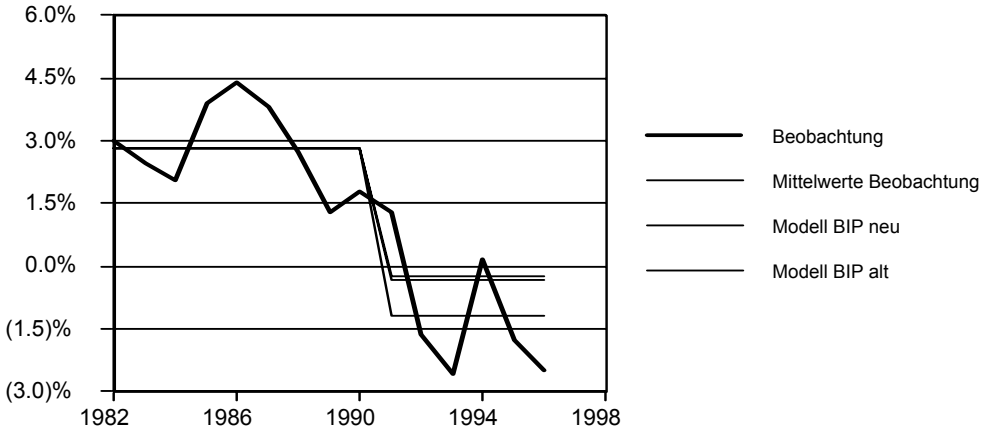


Abbildung 5-1: Beobachtete und berechnete Mittelwerte der jährlichen Veränderung der durchschnittlichen Energiekennzahl Elektrizität (nach Korrektur für den intersektoralen Strukturwandel) des Dienstleistungssektors in der Stadt Zürich, 1982-1996

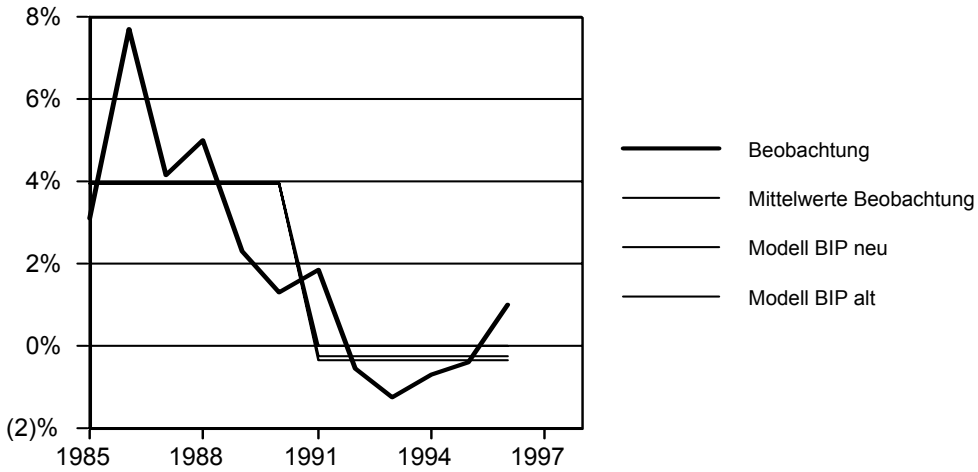


Abbildung 5-2: Beobachtete und berechnete Mittelwerte der jährlichen Veränderung der durchschnittlichen Energiekennzahl Elektrizität (nach Korrektur für den intersektoralen Strukturwandel) des Dienstleistungssektors im Kanton Genf, 1985-1996

Die Übereinstimmungsgrad der Mittelwerte für die Beobachtung und für die Modellrechnung in der Zeit ab 1991 kann als Qualitätsmass des obigen Modellansatzes betrachtet werden. In Zürich liegen die Modellrechnungen über und in Genf unter den beobachteten Werten; in Zürich beträgt die berechnete Veränderung gegenüber der Periode vor 1991 77% (neues BIP), resp. 79% (altes BIP) der beobachteten Veränderung und in Genf sind es 106% (neues BIP) und 108% (altes BIP). Wir betrachten diese Übereinstimmungsgrade eines im Grunde sehr einfachen Modellansatzes als recht gut. Insbesondere die Tatsache, dass ein Wert über und der andere unter 100% liegt, ist nach unserer Meinung ein wichtiger Hinweis dafür, den Modellansatz weiter zu verfolgen und zu verfeinern.

In der nächsten Abbildung 5-3 werden für einzelne Branchen in der Stadt Zürich analoge Darstellungen zu den obigen Abbildungen für den gesamten Dienstleistungssektor gezeigt. Die Qualität der Daten ist deutlich schlechter und dementsprechend die Aussagekraft des Vergleichs

zwischen Beobachtung und Modell schwächer. Für den Kanton Genf können keine analogen Bilder gezeigt werden, denn es gibt für die achtziger Jahre keine Branchenstatistiken.

Abbildung 5-3: Beobachtete und berechnete Mittelwerte der jährlichen Veränderung der durchschnittlichen Energiekennzahl Elektrizität in einzelnen Wirtschaftsbranchen des Dienstleistungssektors in der Stadt Zürich, 1982-1996

Abschliessend wird der obige Modellansatz auch auf die relative Entwicklung der Elektrizitätsintensitäten angewandt. Unter der Annahme (vgl. Abschnitt 3.3.2), dass die Energiebezugsfläche pro beschäftigter Person über die beiden Periode vor 1991 und ab 1991 konstant geblieben ist, könnten diese relativen Veränderung der Elektrizitätsintensität als Veränderung der Energiekennzahl Elektrizität interpretiert werden und die Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Berechnung als Qualitätsmass des Modellansatzes bei konstanter Fläche pro Person verwendet werden.

Die beobachteten Mittelwerte der relativen jährlichen Veränderung der Elektrizitätsintensität vor 1991 sind sowohl für Zürich (vgl. Abbildung 5-4) wie auch für Genf (vgl. Abbildung 5-5) kaum verschieden von den entsprechenden Mittelwerten der Energiekennzahlen Elektrizität, aber für die Periode ab 1991 liegen sie deutlich über den entsprechenden Werten und die Veränderungen der beobachteten Mittelwerte sind deshalb deutlich kleiner als in Abbildung 5-1. Die berechneten Veränderungen sind im wesentlichen gegeben durch die beobachteten Mittelwerte vor 1991 und durch die Veränderung des BIP und sind deshalb kaum verschieden von den Werten für die Energiekennzahlen Elektrizität. Die berechnete Veränderung der Mittelwerte beträgt für Zürich 216% der beobachteten Veränderung. Für Genf beträgt das Verhältnis berechnete Veränderung zu beobachtete Veränderung 172%. Die Übereinstimmung von Beobachtung und Berechnung ist also in diesem Fall einer unveränderten Energiebezugsfläche pro Person deutlich schlechter als oben. Falls sich erweisen sollte, dass die Entwicklung der genutzten Energiebezugsfläche pro Person in der Realität deutlich weniger stark zugenommen hat als in den Daten der Firma Wüest & Partner implizit enthalten, müsste der obige Modellansatz für die Abhängigkeit des intra-sektoralen Strukturwandels vom Wirtschaftswachstum wohl abgeändert werden.

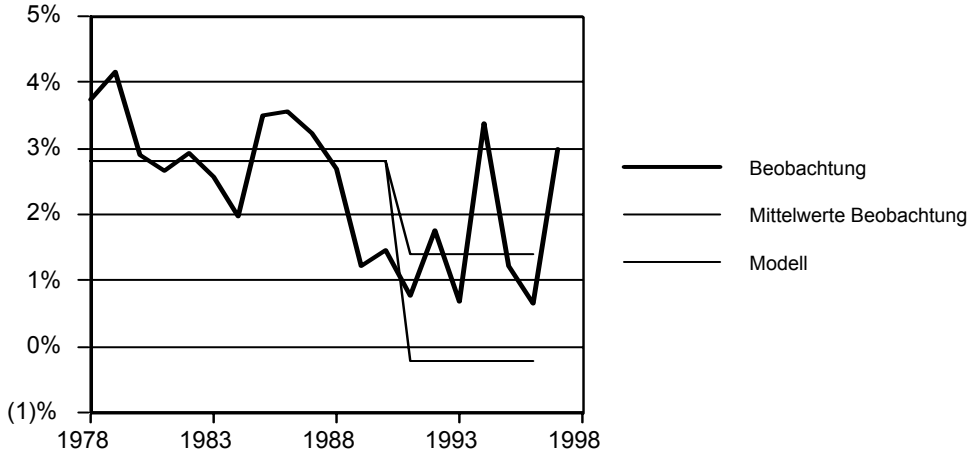


Abbildung 5-4: Beobachtete und berechnete (BIP neu) Mittelwerte der jährlichen Veränderung der Elektrizitätsintensität (nach Korrektur für intersektoralen Strukturwandel) im Dienstleistungssektor in der Stadt Zürich, 1978-1997

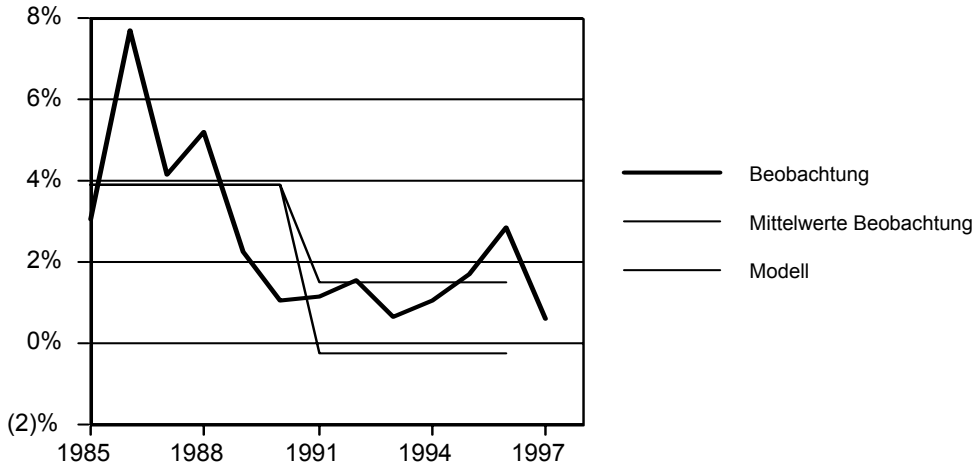


Abbildung 5-5: Beobachtete und berechnete (BIP neu) Mittelwerte der jährlichen Veränderung der Elektrizitätsintensität (nach Korrektur für intersektoralen Strukturwandel) im Dienstleistungssektor im Kanton Genf, 1985-1997

6 Diskussion und Folgerungen

Es wurde gezeigt, dass sich die durchschnittliche Veränderung der Energiekennzahl Elektrizität in den neunziger Jahren etwa so zur durchschnittlichen Veränderung in den achtziger Jahren verhält, wie die durchschnittliche Veränderung des BIP in den neunziger Jahren zur Veränderung des BIP in den achtziger Jahren. Dahinter steht die Hypothese, dass der intra-sektorale Strukturwandel zu höherem Strombedarf vom allgemeinen Wirtschaftswachstum abhängig ist. Zu beachten ist dabei, dass sich die hier verwendeten Elektrizitätskennzahlen auf regionale Dienstleistungssektoren beziehen und dass das BIP die Entwicklung der gesamten Schweizer Wirtschaft beschreibt. Zwischen diesen Grössen gibt es nur einen mittelbaren kausalen Zusammenhang. Das BIP für die ganze Schweiz wurde benutzt, weil es keine entsprechenden regionalen Daten gibt.

Warum wurde nicht das partielle BIP für den Dienstleistungssektor verwendet? Der Grund liegt im Modellansatz, der getestet werden soll: als Ursache für die beobachtete Veränderung der Energiekennzahl Elektrizität wird (abgesehen von verstärkten Massnahmen zur rationellen Energienutzung, die nach unseren Einschätzungen nur einen kleinen Teil dazu beitragen, der bei den Berechnungen berücksichtigt wird, hier aber der Klarheit wegen „vergessen“ wird) die energetische Auswirkung des intra-sektoralen Strukturwandels angenommen[3]. Die energetische Auswirkung des intra-sektoralen Strukturwandels ihrerseits ist eine Folge des veränderten Produkte- und Dienstleistungsangebots, das den Wünschen der Kunden und Konsumenten nachkommt oder diese Nachfrage zu stimulieren sucht. Und diese Nachfrage ist sowohl von der Endnachfrage als auch der industriellen Zwischennachfrage, d.h. vom allgemeinwirtschaftlichen Umfeld abhängig, sodass die Verwendung des BIP als Indikator die geeignete Grösse ist.

Es wurde bewusst die Veränderung des Mittelwertes und nicht die jährliche Veränderung untersucht, weil es um die Modellierung einer Trendentwicklung geht, die in einem Prognosemodell für die langfristige Elektrizitätsnachfrage verwendet wird. Die „Störung“ von kurzfristigen Faktoren kann damit etwas reduziert, aber natürlich nicht ausgeschlossen werden. Im Anhang A4.3 ist dokumentiert, dass es eine gewisse Korrelation zwischen der jährlichen Veränderung der durchschnittlichen Elektrizitätskennzahlen und der jährlichen Veränderung des BIP gibt. Es wird erwogen diesbezüglich in einem Folgeprojekt eine detaillierte Analyse durchzuführen.

Das Konzept des intra-sektoralen Strukturwandels ist ein wichtiges Element des **langfristigen** Energiemodells des CEPE. Nach unserem Verständnis ist dieser Wandel mit Investitionen in Anlagen und Bauten verbunden, die sich erst nach einer gewissen Zeit, die für die Planung und

[3] Die weiteren Faktoren, „autonomer“ technischer Fortschritt, Standard-Massnahmen zur rationellen Energienutzung und neue und vermehrte Energiedienstleistungen, die zu einer höheren Arbeitsproduktivität und zu mehr Komfort für die Beschäftigten führen, nicht aber – wie der intra-sektorale Strukturwandel – zu neuen und besseren Produkten für den Kunden, tragen (nach unserer Modellannahme und Beobachtungen) in gleichem Mass zu einer Zu- und Abnahme bei und kompensieren sich gegenseitig.

die Realisierung notwendig sind, im Elektrizitätsverbrauch auswirken. Ein verändertes Wirtschaftswachstum, das zu einem anderen Investitionsverhalten führt, würde sich dann im Normalfall erst nach einiger Zeit auf den Elektrizitätsverbrauch auswirken. Bei der Analyse müsste deshalb eine Zeitverschiebung einberechnet werden, oder aber, wie im Kapitel 5, eine Mittelwertbildung über eine genügend lange Periode vorgenommen werden. Für eine Mittelwertbildung spricht, dass dann auch kurzfristig wirksame Investitionsentscheide, z. B. Investitionsstops bei einem Wirtschaftseinbruch wie zu Beginn der neunziger Jahre, zeitlich korrekt erfasst werden.

Die berechneten Elektrizitätskennzahlen und die jährlichen Veränderungen sind mit Unsicherheiten behaftet. Die Bedeutung der „statistischen (zufälligen) Fehler“ auf der Elektrizitätsstatistik (jährliche Erhebung), auf den Energiebezugsflächen (Berechnung) und auf den Beschäftigtenzahlen (Erhebungen, resp. lineare Interpolation zwischen Erhebungen) wird durch die Mittelwertbetrachtung über sechs bis acht Jahre stark reduziert. Grössere Fehlereinflüsse gibt es vermutlich in einzelnen Jahren infolge von Neuzuordnungen von Abonnenten beim Elektrizitätsverbrauch von Wirtschaftsbranchen und beim Übergang von der Systematik der Wirtschaftszweige „ASW 1995“ zur Systematik „NOGA“. „Systematische Fehler“ sind bei der Betrachtung von jährlichen Veränderungen solange problemlos, als es sich um „konstante Fehler“ handelt. Problematisch sind „systematische Fehler“, wenn sie einen falschen Trend bewirken. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Energiebezugsflächen insbesondere ab 1992 einen solchen falschen Trend aufweisen, respektive dass ein Teil der ausgewiesenen Flächen nicht genutzt wird (siehe Kapitel 3.3.2 und Anhang A4.1). Aus diesem Grund wurde im Kapitel 5 im Sinne einer Sensitivitätsanalyse die Hypothese des BIP-abhängigen Strukturwandels auch für den Fall durchgeführt, dass die Fläche pro Person konstant wäre. Die Übereinstimmung zwischen Modellrechnung und Beobachtung ist in diesem Fall unbefriedigend. Im Rahmen eines neuen Forschungsprojekts, das die Bestimmungsgründe des Flächenbedarfs pro beschäftigter Person zum Thema haben soll, hofft das CEPE einen Beitrag zur Klärung dieser Frage leisten zu können.

Wir haben uns auch die Frage gestellt, ob nicht **verstärkte Massnahmen zur rationellen Nutzung der Elektrizität**, z. B. im Rahmen des Programms Energie 2000, den Rückgang im Wachstum der Energiekennzahl Elektrizität bewirkt haben können. Tatsächlich kann die Hypothese, dass stetig stärkere Sparmassnahmen das mehr oder weniger stetig abnehmende Wachstum der Elektrizitätskennzahlen in den achtziger und zu Beginn der neunziger Jahre bewirkt haben (siehe Abbildungen 4-2 bis 4-5), nicht „von Vornherein“ ausgeschlossen werden. Eher dagegen sprechen Studien zur Entwicklung des Elektrizitätsverbrauchs in bestehenden Gebäuden. In (Brandes et al., 1991) wird zu Elektrizitätseinsparungen in den Gebäuden der Stadt Zürich wie folgt berichtet: „...liegen im Elektrobereich noch keine Resultate von ausgeführten Sanierungen vor...“; (Aebischer et al., 1994) beobachten etwa gleichviel Objekte mit zunehmendem, wie mit abnehmendem Elektrizitätsverbrauch; (Weber et al., 1999) finden, dass

die durchschnittliche Energiekennzahl Elektrizität von Bürogebäuden in den achtziger Jahren ziemlich stetig zugenommen hat und erst in den neunziger Jahren leicht abnimmt. Untersuchungen zur Entwicklung der Energiekennzahlen Elektrizität in neuen Dienstleistungsgebäuden in diesen Jahren gibt es nach unserem Wissen keine. Von Seiten des Staates und der Wirtschaft wurden Massnahmen zur rationellen Verwendung von Elektrizität auch erst sehr viel später als Wärmeeinsparprogramme in Angriff genommen: Vorbereitung der Empfehlungen SIA 380/4 ab 1988, RAVEL ab 1989 und Energie 2000 nach 1990. Falls tatsächlich vorwiegend Massnahmen zur rationelleren Nutzung von Elektrizität den Rückgang des Wachstums der durchschnittlichen Energiekennzahlen Elektrizität in den Dienstleistungssektoren der Stadt Zürich und des Kantons Genf bewirkt haben, würde man nach 1990 einen verstärkten Rückgang erwarten. Dem ist eindeutig nicht so. Die Entwicklungen der letzten Jahre deuten eher auf ein Abflachen des Trends oder sogar auf einen Wiederanstieg hin. Von einem top-down-Ansatz allein, wie er hier vorliegt, kann zu dieser Frage, selbst wenn die besten mathematischen Methoden eingesetzt werden, keine abschliessende Antwort erwartet werden. Dazu sind die Determinanten zu vielfältig, die Zusammenhänge zu komplex und die empirischen Daten zu gering. Zur Beantwortung sind eine statistisch abgesicherte Anzahl von Beobachtungen von Gebäudebeständen und von neuen und sanierten Objekten notwendig.

Literaturhinweise

Aebischer, B. und D. Spreng, 1999: *Veränderung 1990-1998 des Energieverbrauchs in der Verbrauchergruppe Gewerbe, Landwirtschaft, Dienstleistungen (GLD): Analyse ex-post*. Forschungsgruppe Energieanalysen, ETHZ, Zürich.

Aebischer, B., J. Schwarz, und D. Spreng, 1996: *Perspektiven der Energienachfrage des tertiären Sektors für Szenarien I bis III 1990-2030*. Forschungsprogramm Energiewirtschaftliche Grundlagen. Bundesamt für Energie, Bern. (EDMZ 805.580)

Aebischer, B. und D. Spreng, 1994: *Entwicklung des Elektrizitätsverbrauchs im Dienstleistungssektor einer grösseren Stadt*. Sozioökonomische Energieforschung. Bundesamt für Energie, Bern. (EDMZ 805.818)

Aebischer, B., R. Kanala, D. Pain, B. Giovannini, 1988: *Perspectives de la demande d'énergie en Suisse, 1985-2025*. Série de publications no 18. Groupe d'experts scénarios énergétiques, Bern. (EDMZ 805.818)

BFS, 1995: *NOGA. Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige*. Bundesamt für Statistik, Bern.

BFS, 1985: *Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige 1985*. Bundesamt für Statistik, Bern.

Brandes, C., C.U. Brunner, B. Meyer-Hunziker, E.A. Müller, 1991: *10 Jahre Energiesparen. Presanz. Programm zur energetischen Sanierung der Gebäude der Stadt Zürich*. Hochbauinspektorat, Postfach, 8021 Zürich.

Bosseboeuf, D., L. Lapillonne, and W. Eichhammer, 1998: *Energy Efficiency in the European Union 1990-1997*. Annual Report to SAVE 1998. Paris/Grenoble/Karlsruhe.

Dieckmann, J., W. Eichhammer, A. Neubert, H. Rieke, B. Schlomann, H.J. Ziesing, 1999: *Energie-Effizienz Indikatoren. Statistische Grundlagen, theoretische Fundierung und Orientierungsbasis für die politische Praxis*. Umwelt und Ökonomie 3.2, Physica Vol., Heidelberg.

Dieckmann, J., A. Neubert, H. Rieke, B. Schlomann, H.-J. Ziesing, 1998: *Energieeffizienz-Indikatoren*. DIW/FhG-ISI, Berlin/Karlsruhe.

EWZ, 1998: *Geschäftsbericht 1998*. Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, Zürich.

Geiger B., E. Gruber, W. Megele, 1999: *Energieverbrauch und Einsparung in Gewerbe, Handel und Dienstleistung*. Schriftenreihe "Technik, Wirtschaft und Politik" des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI). Physica-Verlag, Heidelberg.

Jochem, E. und H. Bradke, 1999: Energieeffizienz, Strukturwandel und Produktionsentwicklung der deutschen Industrie. In: *Das Ikarus-Projekt: Klimaschutz in Deutschland*. G. Stein und H.F. Wagner (Hrsg.). Springer Heidelberg. S. 153-163.

OCS, 1999: Communication. Office Cantonal de Statistique, Genève.

SIG, 1998: Communication. Services Industriels de Genève, Genève.

Statistisches Amt, 1998: Mitteilung. Statistisches Amt der Stadt Zürich, Zürich.

UNDP, 1999: *World Energy Assessment*. United Nations Development Programme, United nations Department of Economic and Social Affaires, World Energy Council. (in preparation)

Weber, L., U.-P. Menti, und I. Keller, 1999: *Energieverbrauch in Bürogebäuden*. Bundesamt für Energie, Bern. (EDMZ 805.569)

Weber, L., 1999: Mitteilung, Zürich.

Wüest & Partner AG, 1998: Mitteilung, Zürich.

Anhang 1: Bezeichnungen

In dieser Studie werden die Begriffe „Strukturwandel“ und „Elektrizitätskennzahl“ wie folgt verwendet:

Strukturwandel

- Intersektoraler Strukturwandel: unterschiedliche Veränderung von Flächen oder Beschäftigten in den einzelnen Dienstleistungsbranchen.
- Intra-sektoraler Strukturwandel: unterschiedliche Veränderung von Flächen oder beschäftigten in den einzelnen homogenen Gruppen (Unterbranchen) einer Dienstleistungsbranche; in dieser Studie aus historischen gründen gelegentlich auch mit „interner Strukturwandel“ bezeichnet.

Elektrizitätskennzahlen

- Energiekennzahl Elektrizität: jährlicher Stromverbrauch pro Einheit (m^2) Energiebezugsfläche
- Elektrizitätsintensität: jährlicher Stromverbrauch pro beschäftigter Person (voll- oder teilzeitbeschäftigt)

Anhang 2: Daten

Die vorliegende Untersuchung basiert auf 3 Datensätzen:

- Elektrizitätsverbrauch DL- Branchen und DL-Sektor insgesamt
- Energiebezugsflächen DL-Branchen
- Anzahl Beschäftigte DL-Branchen

Die detaillierten Elektrizitätsstatistiken für die Stadt Zürich und für den Kanton Genf sind Ausgangspunkt für die Untersuchung. Die Zürcher Zeitreihen beginnen im Jahre 1978; die heutige Aufteilung des Stromverbrauchs in Genf reicht bis ins Jahr 1989 zurück.

Die Firma Wüest & Partner AG hat Daten zur Entwicklung der Geschossflächen in der Stadt Zürich und im Kanton Genf geliefert. Die Aufteilung entspricht derjenigen, die uns auch gesamtschweizerisch für die Perspektivarbeiten zur Verfügung stehen: Bürogebäude, Schulen, Spitäler/Heime, Einzelhandel, Grosshandel, Gastgewerbe, Verkehrsgebäude und sonstige Gebäude. Die Büroflächen wurden mithilfe der Aufteilung der Erwerbstätigen nach den sozioprofessionellen Kategorien aus den Volkszählungen 1980 und 1990 den Wirtschaftsbranchen Banken, Versicherungen, öffentliche Verwaltung, Verkehr, Handel und Sonstige zugeteilt.

Anstelle der Geschossfläche kann die Anzahl Beschäftigten als Mengenkomponente für den Elektrizitätsverbrauch benützt werden. Der Vorteil gegenüber der Energiebezugsfläche liegt darin, dass alle 5 bis 10 Jahre eine im Rahmen der Betriebszählung landesweit eine detaillierte Erhebung der beschäftigten Personen durchgeführt wird. Die Zahlen für die Anzahl der Beschäftigten sind detaillierter und zuverlässiger als die Angaben für die Energiebezugsfläche. Aber die Beschäftigtenzahlen werden nur periodisch erhoben und der grösserer Teil des Elektrizitätsverbrauch im Dienstleistungssektor hat mit dem Betrieb der Gebäude zu tun und nicht mit der Anzahl und Aktivität der Beschäftigten im Gebäude. Darum konzentrieren wir uns im Bericht auf den Elektrizitätsverbrauch bezogen auf die Energiebezugsfläche; die Anzahl Beschäftigten werden aber als komplementäre Grösse immer wieder verwendet.

A2.1 Stadt Zürich

Das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich hat von allen schweizerischen EVUs die bei weitem längste kohärente Zeitreihe von Elektrizitätsbezugszahlen in Wirtschaftsbranchen des Dienstleistungssektors. Die Zuordnung der Strombezüger zu den verschiedenen Verbrauchergruppen wird stetig verbessert, was zu gelegentlichen "Sprüngen" in den Zeitreihen führen kann, wie z. B. für die öffentliche Verwaltung von 19 GWh/a im Jahre 1991 auf 33 GWh/a im Jahre 1992 (siehe Kolonne 6.2 in der folgenden Tabelle). Der Bezug von Elektrizität wird für diese Studie mit dem Elektrizitätsverbrauch gleichgesetzt. Diese Annahme dürfte auch heute noch für alle Branche zulässig sein.

Tabelle A2-1: Elektrizitätsbezug der Dienstleistungsbranchen in der Stadt Zürich, 1977-1997 (EWZ, 1998)

	4.1 GWh/a	4.2 GWh/a	4.3 GWh/a	4.4 GWh/a	5.1 GWh/a	5.2 GWh/a	5.3 GWh/a	6.1 GWh/a	6.2 GWh/a	6.3 GWh/a	6.4 GWh/a	6.5 GWh/a	DL-Sektor GWh/a
1977	86	113	37	106	68	70	120	15	89	17	52	76	849
1978	97	113	38	113	72	73	124	15	93	17	59	79	893
1979	106	123	39	114	74	79	125	15	107	19	61	81	943
1980	118	133	45	115	72	83	129	16	108	20	65	82	985
1981	129	141	50	117	74	86	128	16	109	21	67	88	1026
1982	140	154	54	122	75	86	130	16	111	22	69	92	1071
1983	151	161	58	126	71	89	134	16	115	23	72	99	1115
1984	160	169	61	127	73	92	137	17	118	27	74	99	1154
1985	184	180	62	132	73	96	141	17	119	31	77	103	1215
1986	205	195	62	136	78	105	141	18	122	33	78	110	1283
1987	222	216	60	141	84	108	145	18	127	34	84	112	1351
1988	245	232	61	146	84	111	147	18	129	36	86	121	1416
1989	262	242	61	146	86	119	147	17	134	34	88	125	1461
1990	276	262	58	144	86	134	145	18	137	36	87	131	1514
1991	280	267	60	142	86	143	149	19	139	38	96	131	1551
1992	270	256	59	141	85	137	149	33	142	37	97	134	1539
1993	247	250	58	144	86	132	149	38	143	36	96	129	1506
1994	248	244	59	146	82	139	152	37	143	38	97	134	1519
1995	236	239	58	144	82	139	153	36	139	37	98	136	1497
1996	232	228	57	142	85	141	152	37	126	35	99	130	1466
1997	224	235	57	143	84	143	152	36	126	36	100	135	1472

Die Entwicklung der Energiebezugsflächen im Dienstleistungssektor wurden von der Firme Wüest & Partner zusammengestellt. Unbesetzte Flächen sind mitgerechnet.

Tabelle A2-2: Energiebezugsflächen, in m^2, im Dienstleistungssektor der Stadt Zürich, 1981-1996 (Wüest & Partner, 1998)

Jahr	Zürich Büro	Zürich Detailhandel	Zürich Gastgewerbe	Zürich Lagergeb.	Zürich Spital, Heim	Zürich Schulen	Zürich Verkehrsgeb.	Zürich Sonstige
1981	4054634	501054	580943	135361	761827	1313708	297927	3550119
1982	4140150	508594	584479	135479	778882	1354944	302115	3559024
1983	4240903	516935	586881	136916	797881	1400091	307825	3570614
1984	4343131	523512	589024	140416	813183	1426358	312751	3582150
1985	4445884	528324	591052	140361	826512	1442164	319194	3590842
1986	4539043	532890	593029	139293	840950	1452401	326502	3597712
1987	4649096	538504	595938	143608	858632	1465593	332839	3605425
1988	4802798	548413	601465	151489	878108	1481540	339148	3612835
1989	4950448	559015	606052	157635	895523	1499389	342885	3619555
1990	5092280	569139	609658	156402	919157	1525615	351467	3627511
1991	5178146	573886	611363	154310	950110	1553490	361140	3638349
1992	5249779	580093	612957	153111	984109	1582308	368926	3649194
1993	5297774	583869	616224	152957	1017463	1617930	375118	3658756
1994	5336971	588183	620024	153713	1039319	1646504	377802	3671237
1995	5384239	591527	622240	152585	1057414	1665812	380144	3680853
1996	5432199	593876	624456	152099	1075510	1685121	382486	3690469

Für die Anzahl der beschäftigten Personen wurden die Resultate der Betriebszählungen in den Jahren 1975, 1985, 1991 und 1995 verwendet. Das war nicht ganz unproblematisch, da für diese Erhebungen z. T. unterschiedliche Definitionen für die Zuteilung auf die Wirtschaftsaktivitäten angewendet worden waren. Dank der Mithilfe des Statistischen Amtes der Stadt Zürich, das uns

Zahlen für die Beschäftigten im Jahre 1995 aufgeteilt nach der Systematik der Wirtschaftszweige 1985 (WS85) zur Verfügung stellte, konnte eine kohärente Zeitreihe konstruiert werden. Die Werte für die Zwischenjahre wurden mittels linearer Interpolation bestimmt.

Tabelle A2-3: Beschäftigte Personen (Teil- oder Vollzeit) im Dienstleistungssektor der Stadt Zürich aufgeteilt in Branchen laut WS85, 1977-1997 (eigene Berechnungen basierend auf Daten von (Statistisches Amt, 1998))

	51-56	57	58	61-65	66	71	72	73-75	76	81-82	83	84	85	86-87	88	91-93	DL
1977	65928	17170	3753	13458	8110	23815	8682	26709	7239	18367	16453	582	3144	4138	5298	9879	232726
1978	65222	17387	3868	13475	8419	24694	8917	27549	7531	18518	16751	582	3279	4221	5378	9940	235729
1979	64523	17607	3985	13491	8740	25606	9158	28416	7834	18670	17053	583	3419	4306	5458	10002	238851
1980	63831	17830	4107	13507	9073	26551	9405	29310	8150	18823	17362	583	3565	4392	5541	10065	242094
1981	63147	18055	4232	13524	9419	27531	9659	30232	8478	18978	17676	583	3717	4480	5624	10127	245463
1982	62471	18284	4361	13540	9777	28548	9921	31183	8820	19134	17995	584	3876	4570	5708	10190	248961
1983	61801	18515	4493	13556	10150	29602	10189	32164	9176	19291	18321	584	4041	4661	5794	10254	252592
1984	61139	18749	4630	13573	10537	30695	10464	33176	9545	19449	18652	585	4214	4755	5882	10318	256361
1985	60484	18986	4771	13589	10938	31828	10747	34220	9930	19609	18989	585	4394	4850	5970	10382	260272
1986	59881	19309	4523	13908	10347	33037	10869	35604	10144	20448	19601	613	4675	5055	6019	10656	264689
1987	59284	19637	4288	14235	9788	34293	10993	37044	10363	21323	20232	643	4974	5268	6068	10936	269368
1988	58692	19971	4065	14569	9259	35596	11118	38542	10587	22235	20884	675	5292	5490	6118	11224	274317
1989	58107	20311	3853	14911	8759	36948	11245	40101	10815	23186	21557	707	5630	5721	6168	11520	279540
1990	57528	20657	3653	15262	8286	38352	11373	41723	11049	24178	22251	742	5990	5963	6219	11824	285046
1991	56954	21008	3463	15620	7838	39809	11502	43410	11287	25212	22968	778	6373	6214	6270	12135	290841
1992	53717	20547	3345	15134	7963	38904	11562	42045	11269	25178	22824	782	6445	6112	6203	12073	284105
1993	50665	20096	3231	14663	8091	38020	11622	40723	11252	25143	22682	787	6517	6012	6137	12012	277652
1994	47786	19655	3121	14206	8220	37156	11682	39442	11234	25109	22540	791	6590	5914	6071	11951	271469
1995	45070	19224	3015	13764	8352	36311	11743	38202	11217	25075	22399	796	6664	5817	6006	11890	265545
1996	42509	18802	2912	13336	8486	35486	11804	37001	11200	25041	22259	801	6739	5722	5942	11830	259867
1997	40093	18390	2813	12920	8622	34679	11865	35837	11182	25007	22120	805	6814	5628	5878	11769	254423

A2.2 Kanton Genf

Für den Elektrizitätsverbrauch in den Branchen des Dienstleistungssektors im Kanton Genf wurde uns von den Services Industriels de Genève (SIG) eine kohärente Zeitreihe für die Jahre 1989-1997 zur Verfügung gestellt. Für den Dienstleistungssektor insgesamt gibt es eine Zeitreihe ab 1984. Die Systematik entspricht derjenigen der Systematik der Wirtschaftszweige 1995 (WS85).

Tabelle A2-4: Elektrizitätsbezug der Dienstleistungsbranchen im Kanton Genf, 1989-1997 (SIG, 1998)

Statistiques SIG	WS 85	1989 MWh/a	1990 MWh/a	1991 MWh/a	1992 MWh/a	1993 MWh/a	1994 MWh/a	1995 MWh/a	1996 MWh/a	1997 MWh/a
Commerce de gros	51, 52, 53	60042	59972	60304	58295	57098	58783	59440	61639	61763
Intermédiaires du commerce	54	2790	2999	2913	2846	2566	2497	2269	2297	2454
Commerce de détail	55, 56	175172	173572	177256	182771	180075	180558	179075	178447	178731
Hôtellerie, restauration	57	119069	126531	127842	130307	129013	129910	131199	129320	129558
Réparation	58	13582	15182	15630	16283	16535	16551	16618	16814	16449
Chemins de fer	61	12810	12632	12830	13035	14645	14964	16136	15731	14195
Transports routiers, par pipe-line	62	32273	39417	39722	39476	38041	38629	38745	40132	40791
Navigation	63	757	610	662	697	696	636	668	641	768
Transport aérien	64	44304	49794	49895	48960	46466	47013	47614	52672	53961
Expédition, dépôt, agence voyage	65	7713	7921	8398	8402	8353	7902	8254	8246	8249
Communications	66	35897	36536	39099	39263	38968	38113	40775	40667	39725
Banques, sociétés financières	71	108557	113474	118928	119123	120833	120630	118674	120426	121204
Assurances	72	10068	11373	11398	11772	12162	11881	11482	11558	11868
Affaires immobilières	73	3803	5000	7943	5775	5531	5843	5666	6885	7237
Location de biens mobiliers	74	1160	1123	1159	1021	919	945	861	966	947
Services commerciaux, consultants	75	51861	54692	60655	56687	57485	57299	59919	70395	65952
Services personnels	76	14122	14433	14989	14978	14857	14992	14765	14613	14278
Enseignements privé et public	81	67841	72013	73301	75210	74526	75697	74850	73168	73280
Recherche et développ. (sauf uni.)	82	7853	3715	5108	2978	3097	3242	3983	4128	4309
Services de santé, vétérinaires	83	46336	47168	46527	47391	48378	48911	53221	52094	54011
Voirie, assainissement	84	33537	20483	20220	20275	20467	19990	19547	21166	20458
Oeuvres et hébergements sociaux	85	18852	22982	26025	26057	26261	26400	26846	27337	27299
Organisations religieuses, philos.	86	4472	3921	4835	4763	4503	4867	5240	5784	5673
Défenses d'intérêts collectifs	87	7301	7294	7366	7940	8170	8726	8432	7994	8268
Culture, sport, loisirs	88	36012	37699	37932	38568	39404	39027	39426	39739	40039
Adm. publiques (au sens strict)	91	28199	28549	29930	33404	33569	30782	31112	32885	32520
Assurances sociales	92	3601	3680	3650	3681	3551	3549	4394	4202	3850
Diplomatie, org. intergouvernement.	93	51602	56852	57549	58180	59326	59818	58981	61612	64071
Secteur tertiaire		999586	1029617	1062066	1068138	1065495	1068155	1078192	1101558	1101910

Die Energiebezugsflächen basieren auf Berechnungen der Firma Wüest & Partner, die separat für die Stadt Genf und für die Landschaft Genf durchgeführt wurden.

Tabelle A2-5: Energiebezugsflächen im Dienstleistungssektor des Kantons Genf, 1981-1996 (Wüest & Partner 1998)

Jahr	Genf Büro	Genf Detailhandel	Genf Gastgewerbe	Genf Lagergeb.	Genf Spital, Heim	Genf Schulen	Genf Verkehrsgeb.	Genf Sonstige
1981	1843903	325977	344848	314578	666254	1036854	249829	3242950
1982	1902907	337351	347109	316316	676933	1068512	251739	3252495
1983	1970086	348301	356604	317505	692207	1094746	255262	3267115
1984	2015929	362250	372938	317624	703356	1123780	262074	3282194
1985	2058818	376489	388013	321336	713845	1153007	272510	3304416
1986	2112609	392786	397550	324378	723353	1189384	282500	3325650
1987	2175678	407989	408777	325817	734509	1219365	293205	3345664
1988	2247164	425047	422438	327435	750761	1253543	301163	3368367
1989	2322631	440917	440178	330300	765441	1281844	304553	3382937
1990	2381086	457005	445098	333003	779104	1320442	308622	3396755
1991	2430124	465369	448407	333709	794419	1348217	311502	3409491
1992	2461881	472746	450852	335196	808779	1379113	315165	3422554
1993	2489271	479606	453318	335846	822683	1406242	317693	3436410
1994	2529017	487797	457495	336108	829812	1426800	323077	3441800
1995	2584192	503245	461107	336319	839813	1453067	326974	3459047
1996	2620833	521415	464718	335386	849814	1479335	330871	3476294

Als Grundlage für die Anzahl Beschäftigten stellte uns das Office cantonale de la statistique in Genf die Auswertungen der Betriebszählungen in den Jahren 1985 und 1991 nach der Systematik der Wirtschaftszweige 1985 (WS85) und in den Jahren 1985, 1991 und 1995 nach

der Allgemeinen Systematik der Wirtschaftszweige 1995 (NOGA) zur Verfügung. Daraus berechneten wir eine kohärente Zeitreihe 1984-1997, die der Systematik WS85 folgt.

Tabelle A2-6: Beschäftigte Personen (Teil- oder Vollzeit) im Dienstleistungssektor des Kantons Genf, aufgeteilt in Branchen laut WS85, 1980-1997 (eigene Berechnungen basierend auf Daten von (OCS, 1999))

	WS85	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Commerce, réparation	51-56, 58	44175	44086	43996	43906	43817	43728	43639	43550	43462	43373	43285	43197	41625	40110	38650	37244	35888	34582
Hôtellerie	57	13667	13861	14057	14255	14457	14661	14868	15078	15291	15508	15727	15949	15661	15378	15101	14828	14561	14298
Transports	61-65	8435	8740	9055	9382	9721	10072	10436	10813	11203	11608	12027	12461	11920	11402	10907	10433	9980	9547
Transports et communications	66	3850	3945	4043	4144	4247	4352	4460	4571	4684	4801	4920	5042	5145	5250	5356	5466	5577	5691
Banques, sociétés financières	71	14942	15399	15870	16355	16855	17371	17902	18450	19014	19596	20195	20813	20475	20142	19814	19492	19175	18863
Assurances	72	2947	3016	3087	3160	3235	3311	3389	3469	3551	3635	3720	3808	3695	3585	3478	3374	3274	3176
Aff. immob., consultants	73-75	15992	16451	16923	17410	17910	18424	18953	19498	20058	20634	21226	21836	22003	22171	22340	22510	22682	22855
Services personnels	76	5774	5931	6092	6258	6428	6602	6781	6965	7154	7349	7548	7753	7860	7969	8080	8191	8305	8420
Enseignement, R&D	81-82	13654	13780	13908	14037	14167	14298	14430	14564	14699	14835	14972	15111	15457	15811	16173	16544	16923	17311
Services de santé, homes	83,85	15081	15661	16263	16888	17538	18212	18912	19639	20394	21178	21993	22838	23614	24416	25246	26103	26990	27907
Voirie, assainissement	84	1342	1340	1338	1336	1334	1332	1330	1328	1326	1324	1322	1320	1355	1391	1427	1465	1504	1543
Organis. rél., intérêts coll.	86-87	4113	4150	4188	4227	4265	4304	4343	4383	4423	4463	4504	4545	4366	4195	4030	3871	3719	3573
Culture, sport, loisirs	88	4731	4703	4675	4647	4619	4592	4565	4538	4511	4484	4457	4431	4312	4197	4085	3976	3869	3766
Adm. publiques, ass. sociales	91-92	9363	9429	9496	9564	9632	9700	9769	9838	9908	9979	10050	10121	9665	9229	8813	8415	8036	7674
Diplomatie, org. intergouvernemen	93	15412	15998	16606	17237	17892	18572	19278	20010	20771	21560	22380	23230	23305	23380	23455	23531	23607	23683
Sect. tert.		173478	176490	179598	182805	186115	189531	193056	196694	200449	204325	208326	212455	210457	208625	206955	205445	204090	202889

Anhang 3: Korrespondenzen zwischen den Datensätzen

A3.1 Stadt Zürich

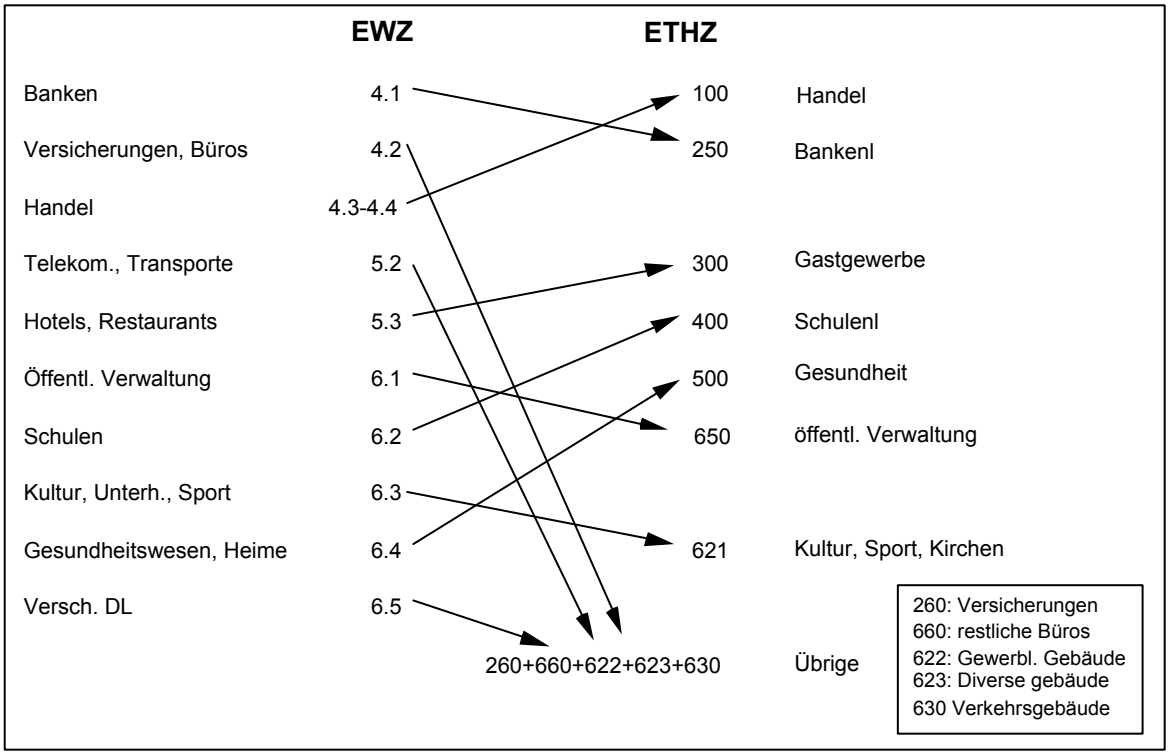
Die verwendete Korrespondenz zwischen der Elektrizitätsstatistik und der Allgemeinen Systematik der Wirtschaftszweige 1985 (WS85) ist aus der nächsten Tabelle ersichtlich.

Tabelle A3-1: Korrespondenz Branchen laut Elektrizitätsstatistik EWZ und laut Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige 1985 (WS85) (eigene Annahmen)

Elektrizitätsstatistik EWZ 79-94		Wirtschaftsklassen 85
4.1	Banken	71
4.2	Versicherungen, Büros	72, 73, 74, 75, 76
4.3	Warenhäuser	51, 52, 53, 54, 55, 56
4.4	Verkaufsläden, ü. Handel	
5.1	Fahrstrom	-
5.2	PTT, Transport, Reisebüros	61, 62, 63, 64, 65, 66
5.3	Hotels, Restaurants	57
6.1	Öffentl. Verwaltung	?91?
6.2	Schulen	81
6.3	Kultur, Unterh., Sport	86, 88
6.4	Spitäler, Heime	83, 85
6.5	Verschied. Dienstl.	58, 82, 84, 87, 92, 93

Die Korrespondenz der Brancheneinteilung laut EWZ-Statistik und den im Elektrizitätsnachfragemodell des CEPE {Aebischer et al., 1996) verwendeten Branchendefinition ist aus der nächsten Tabelle ersichtlich.

Tabelle A3-2: Korrespondenz zwischen den Branchen laut Elektrizitätsstatistik EWZ und Branchen, wie sie in den Nachfragemodellen der CEPE verwendet werden



Die Zuordnung der gesamten Energiebezugsfläche von Bürogebäuden auf die Branchen Handel, Banken, Versicherungen, öffentliche Verwaltung und restliche Büros wurde mithilfe der Anteile der Büroarbeitsplätze in den verschiedenen Branchen vorgenommen. Dazu wurde uns von der Firma Wüest & Partner eine Sonderauswertung der Volkszählungen 1980 und 1990 zur Verfügung gestellt, worin die Beschäftigten – nach Arbeitsgemeinden gruppiert – in den verschiedenen Wirtschaftsbranchen nach 9 sozio-professionellen Kategorien aufgeteilt sind. Die Zuordnung dieser 9 Kategorien zu Büroarbeitsplatz und zu anderer Arbeitsplatz ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

Tabelle A3-3: Systematik der Aufteilung der Beschäftigten auf Büro- und andere Arbeitsplätze

Sozio-profesionelle Kategorie	**Branche laut Systematik der Wirtschaftszweige 1985 (WS85)** 71-72	91-93	61-65	66	51-56	73-75,86,87
Oberstes Management	Büro	Büro	Büro	Büro	Büro	Büro
Freie Berufe	Büro	Büro	Büro	Büro	Büro	Büro
Andere Selbständige	Büro	Büro	Büro	Büro	andere	Büro
Akad.Berufe, oberes Kader	Büro	Büro	Büro	Büro	Büro	Büro
Intermediäre Berufe	Büro	Büro	andere	Büro	Büro	Büro
Qualifiz. nichtmanuelle Berufe	Büro	Büro	Büro	Büro	andere	Büro
Qualifiz. manuelle Berufe	Büro	Büro	andere	andere	andere	Büro
Ungelernte Arb. u. Angest.	Büro	Büro	andere	andere	andere	Büro
Nicht zuteilbar	Büro	Büro	andere	andere	andere	Büro

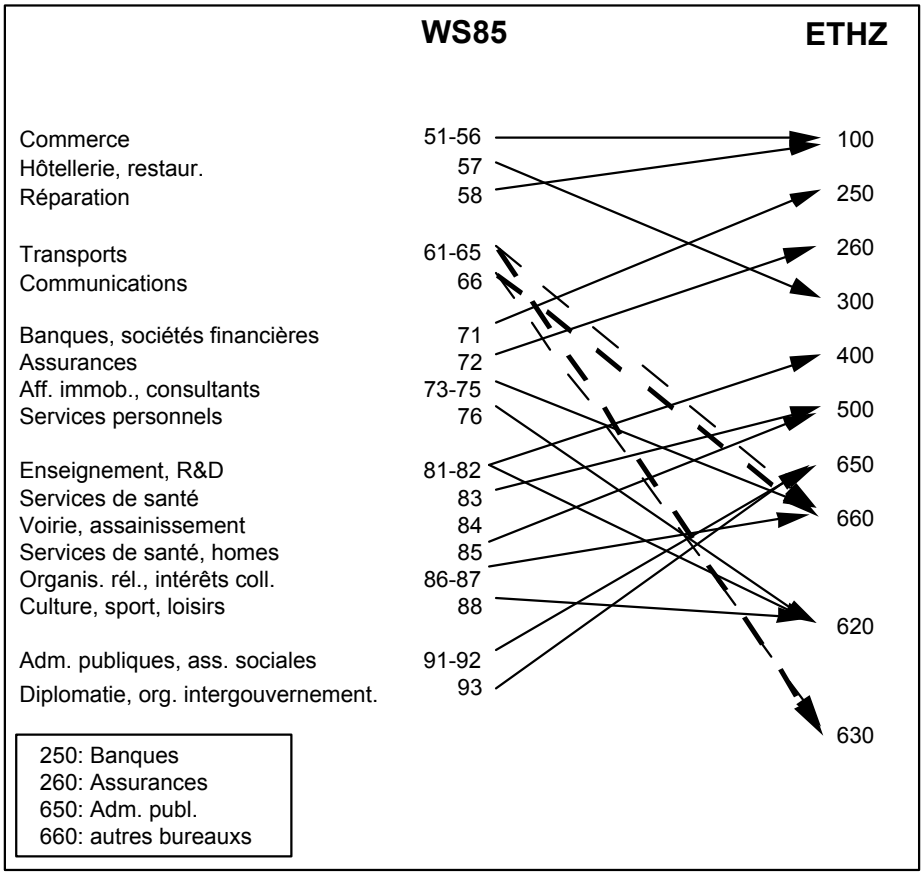
Die mit dieser Methode bestimmten Energiebezugsflächen sind in der nächsten Tabelle gezeigt.

Tabelle A3-4: Energiebezugsflächen in den Wirtschaftsbranchen des Dienstleistungssektors in der Stadt Zürich, 1981-1996

	Zürich 100	Zürich 250	Zürich 300	Zürich 400	Zürich 500	Zürich 621	Zürich 650	Zürich andern	Zürich DL
1981	1248818	1070804	580943	1313708	761827	583423	408796	5227255	11195573
1982	1252652	1110980	584479	1354944	778882	591667	411098	5278965	11363666
1983	1260094	1156036	586881	1400091	797881	601263	414628	5341171	11558046
1984	1267224	1202357	589024	1426358	813183	609703	417993	5404682	11730525
1985	1268278	1249695	591052	1442164	826512	617158	421096	5468379	11884334
1986	1265988	1295168	593029	1452401	840950	623752	422990	5527542	12021821
1987	1271516	1346325	595938	1465593	858632	631906	426149	5593575	12189635
1988	1289374	1411243	601465	1481540	878108	643067	432907	5678092	12415796
1989	1304228	1475663	606052	1499389	895523	648350	438658	5762639	12630502
1990	1309365	1539579	609658	1525615	919157	653742	443453	5850661	12851228
1991	1300927	1587542	611363	1553490	950110	656350	443026	5917986	13020793
1992	1292632	1631810	612957	1582308	984109	658483	441141	5977036	13180476
1993	1279948	1669240	616224	1617930	1017463	662851	437087	6019347	13320091
1994	1267457	1704268	620024	1646504	1039319	665878	432174	6058128	13433754
1995	1252558	1742240	622240	1665812	1057414	668239	427782	6098528	13534814
1996	1236988	1780841	624456	1685121	1075510	670576	423301	6139423	13636215

Für die Berechnung der Energiebezugsfläche pro beschäftigter Personen wird die folgende Korrespondenzen zwischen den Daten angenommen. Zu beachten ist insbesondere, dass hier die Beschäftigten der Branchen (61-65) und 66 mittels der sozio-professionellen Informationen auf die Flächen "andere Büros" und "Verkehrsgebäude" aufgeteilt werden. Diese Korrespondenz wird sowohl für Zürich **wie für Genf** verwendet.

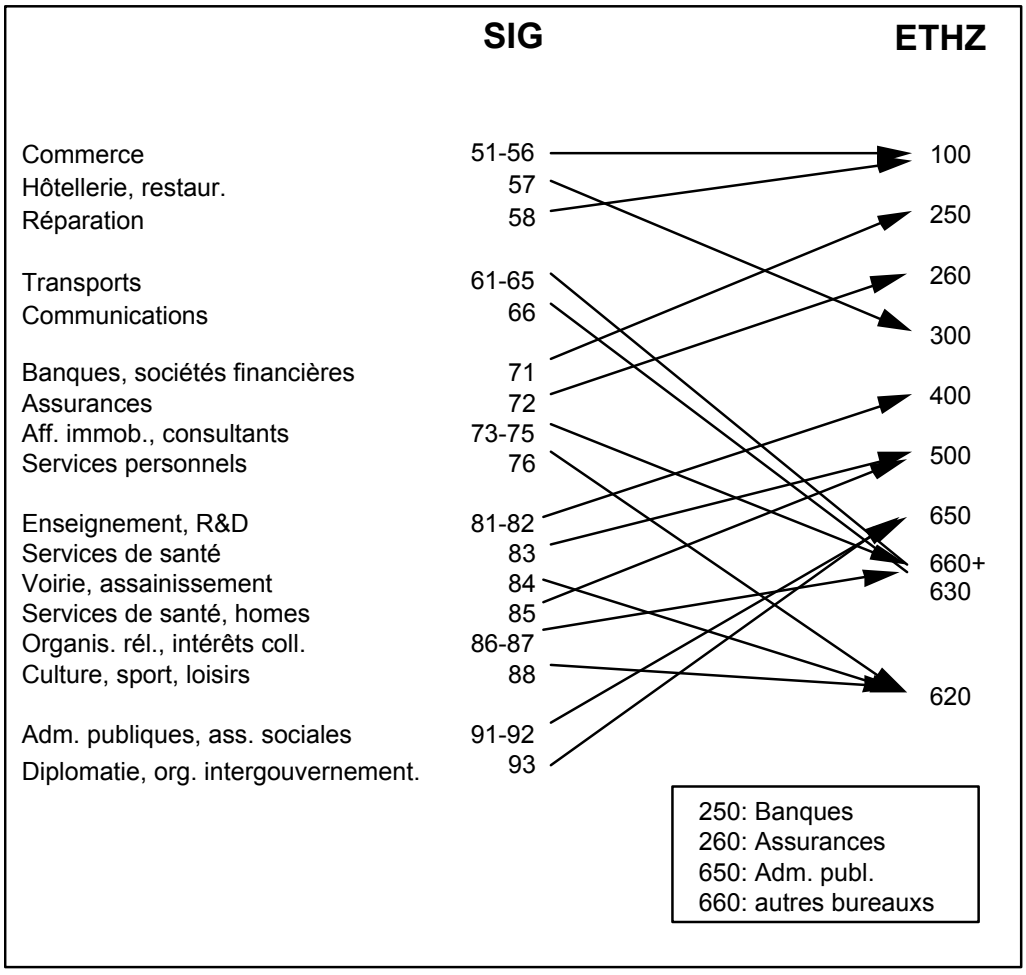
Tabelle A3-5: Korrespondenz der Aufteilungen für die Anzahl Beschäftigten (WS85) und für die Energiebezugsfläche (CEPE)



A3.2 Kanton Genf

Die Korrespondenz der Branchendefinition laut Elektrizitätsstatistik der SIG (Service Industriels de Genève) und den im Elektrizitätsnachfragemodell des CEPE verwendeten Branchendefinition ist aus der nächsten Tabelle ersichtlich.

Tabelle A3-6: Korrespondenz zwischen den Branchendefinitionen, die von den SIG für die Elektrizitätsstatistik verwendet werden, und der Aufteilung der Energiebezugsflächen in den Nachfragemodellen des CEPE



Die Energiebezugsflächen im Kanton Genf aufgeteilt nach der Systematik der Nachfragemodelle (CEPE) sind in der nächsten Tabelle gezeigt.

Tabelle A3-7: Energiebezugsflächen im Kanton Genf, 1981-1996

	Genf	Genf	Genf	Genf	Genf	Genf	Genf	Genf	Genf	Genf	Genf
	100	250	260	300	400	500	650	660	620	630	DL
1981	870737	411474	104294	344848	1036854	666254	458566	639388	3242950	249829	8025193
1982	884808	432830	107030	347109	1068512	676933	468017	663888	3252495	251739	8153362
1983	898146	457371	110390	356604	1094746	692207	479171	690815	3267115	255262	8301826
1984	910935	476502	112265	372938	1123780	703356	484862	711238	3282194	262074	8440146
1985	926783	495767	114064	388013	1153007	713845	489630	730399	3304416	272510	8588436
1986	945451	516906	116113	397550	1189384	723353	496868	754436	3325650	282500	8748210
1987	961730	541522	118819	408777	1219365	734509	505989	781424	3345664	293205	8911004
1988	981053	567626	121605	422438	1253543	750761	516939	812422	3368367	301163	9095917
1989	1000330	595479	124577	440178	1281844	765441	528522	844940	3382937	304553	9268802
1990	1017171	620358	126812	445098	1320442	779104	535841	870912	3396755	308622	9421115
1991	1023277	642799	128374	448407	1348217	794419	540932	893820	3409491	311502	9541239
1992	1026546	662593	129444	450852	1379113	808779	541671	909569	3422554	315165	9646286
1993	1027895	681440	130255	453318	1406242	822683	541315	923818	3436410	317693	9741071
1994	1031598	702835	131359	457495	1426800	829812	543824	943304	3441800	323077	9831905
1995	1044065	727809	132894	461107	1453067	839813	549844	969146	3459047	326974	9963765
1996	1055518	749572	133914	464718	1479335	849814	551254	987375	3476294	330871	10078666

Anhang 4: Weitere Untersuchungen

A4.1 Entwicklung der Energiebezugsfläche pro beschäftigter Person

Die graphische Darstellung der jährlichen Veränderung der Energiebezugsfläche pro Person in den nächsten Abbildungen zeigt deutlich, dass die Werte für die Jahre zwischen zwei Erhebungen (1982-1984, 1986-1990 und 1992-1994) mittels einer linearen Interpolation bestimmt wurden. Ebenso eindeutig ist die stärkere Zunahme der Energiebezugsfläche pro Person nach 1990. Dies ist Ausdruck der Stagnation oder sogar des Rückgangs der beschäftigten Personen bei gleichzeitiger stetiger Zunahme der Energiebezugsfläche. Die Bauwirtschaft ist ein Wirtschaftszweig, der eine lange Vorlaufzeit (Planung, Finanzierung, Bewilligung) hat, und kurzfristige Konjunktur- und Personalschwankungen wurden bisher i. a. durch eine Unter-, resp. Überbelegung der Flächen abgefangen. Untersuchungen, u. a. von der Firma Wüest & Partner, haben aber jetzt ergeben, dass infolge des sehr starken Konjunktureinbruchs in den 90er Jahren, insbesondere im Bürobereich, ein signifikanter Anteil der Energiebezugsfläche nicht belegt ist. In der Stadt Zürich betrug dieser Anteil bis 20% der Bürofläche. In der Stadt Genf dürfte dies kaum sehr verschieden sein. Für den Kanton Genf dürfte die Bedeutung der leerstehenden Büroflächen möglicherweise etwas weniger wichtig sein, da die ländlichen Gebiete die Konjunkturbewegungen eher etwas weniger ausgeprägt erfahren als städtische Gebiete. Aber in jedem Fall muss davon ausgegangen werden, dass ein Teil der Flächen leer steht und deshalb insbesondere in Branchen mit vielen Bürogebäuden die Energiekennzahl Elektrizität heute etwas höher liegen dürfte als die berechneten Werte in den Tabellen des Abschnitts 3.1. In der Absicht die Konsequenzen einer Überschätzung der genutzten Energiebezugsflächen auszuloten wird in der vorliegenden Studie neben der Veränderung der Energiekennzahl Elektrizität auch die Veränderung des Stromverbrauchs pro beschäftigte Personen (d. h. konstante Energiebezugsfläche pro Person) betrachtet.

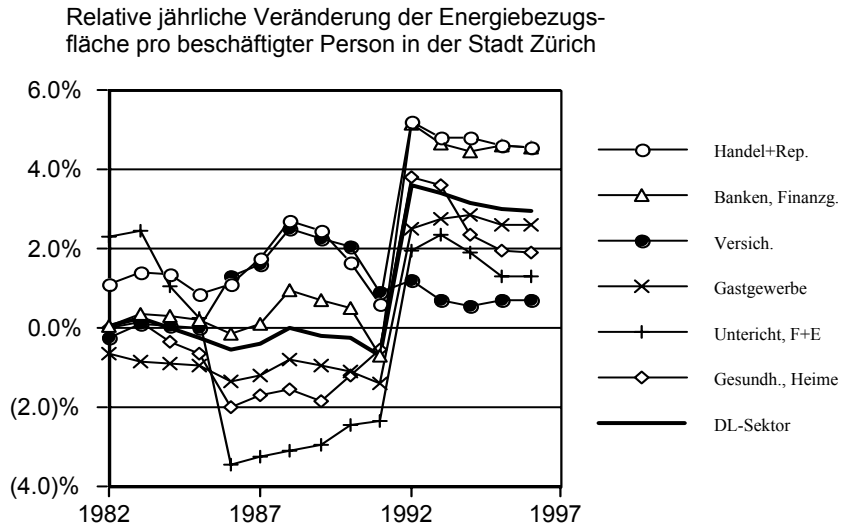


Abbildung A4-1: Jährliche Veränderung der Fläche pro beschäftigter Person in ausgewählten Branchen des Dienstleistungssektors in der Stadt Zürich

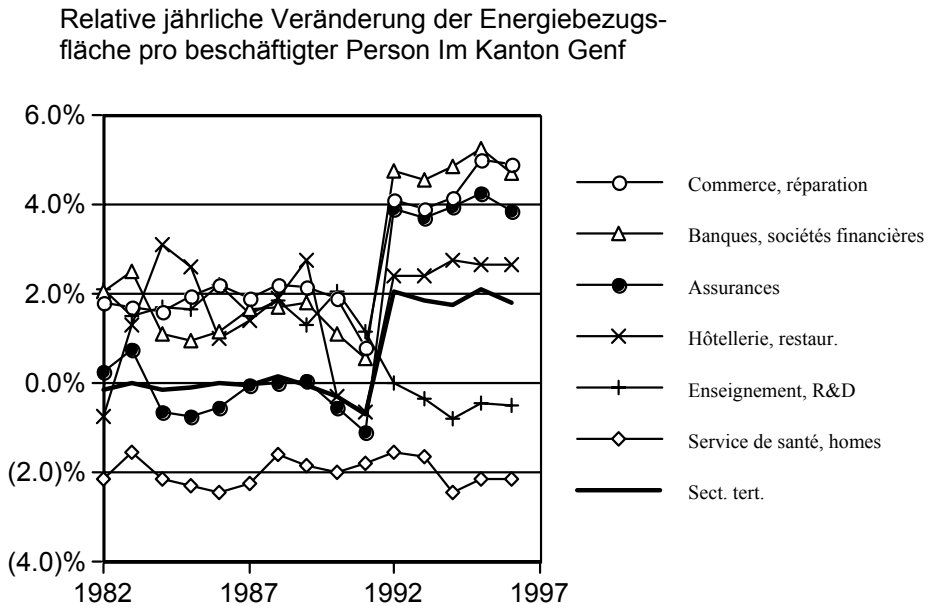


Abbildung A4-2: Jährliche Veränderung der Fläche pro beschäftigter Person in ausgewählten Branchen des Dienstleistungssektors im Kanton Genf

A4.2 Beobachtete und berechnete jährliche Veränderung der Energiekennzahl Elektrizität

Die folgende Untersuchung ist mit dem Hintergrund der Diskussion im Kapitel 6 zu studieren. Im Gegensatz zur Untersuchung im Kapitel 5, wo ein Modellansatz geprüft wird, handelt es sich hier um eine rein explorative Untersuchung, die möglicherweise in einem Folgeprojekt vertieft werden wird.

In den folgenden zwei Abbildungen werden die beobachteten Veränderungen der durchschnittlichen Energiekennzahl Elektrizität in den Dienstleistungssektoren der Stadt Zürich und des Kantons Genf mit den wie folgt berechneten jährlichen Veränderungen verglichen:

1) $s_i(t) = s_i\ (80) \bullet dBIP(t) / dBIP(80)$

   wobei

   $s_i(t)$: Auswirkung des intra-sektoralen Strukturwandels in der Branche i im Jahre t

   $s_i(80)$: durchschnittliche Auswirkung des intra-sektoralen Strukturwandels in den achtziger Jahren. Entspricht den durchschnittlichen jährlichen Veränderungen der Energiekennzahl Elektrizität in den Wirtschaftsbranchen der Stadt Zürich (Tabelle 4.1), resp. im gesamten Dienstleistungssektor des Kantons Genf (Tabelle 4.2)

   dBIP(t): durchschnittliche Veränderung des Bruttoinlandprodukts (BIP) der Schweiz im Jahre t

   dBIP(80): Durchschnittliche jährliche Veränderung des BIP in den achtziger Jahren

2) Nach 1990 langsame Zunahme der Auswirkung von vermehrten Sparmassnahmen entsprechend dem Szenario I in (Aebischer et al., 1996).

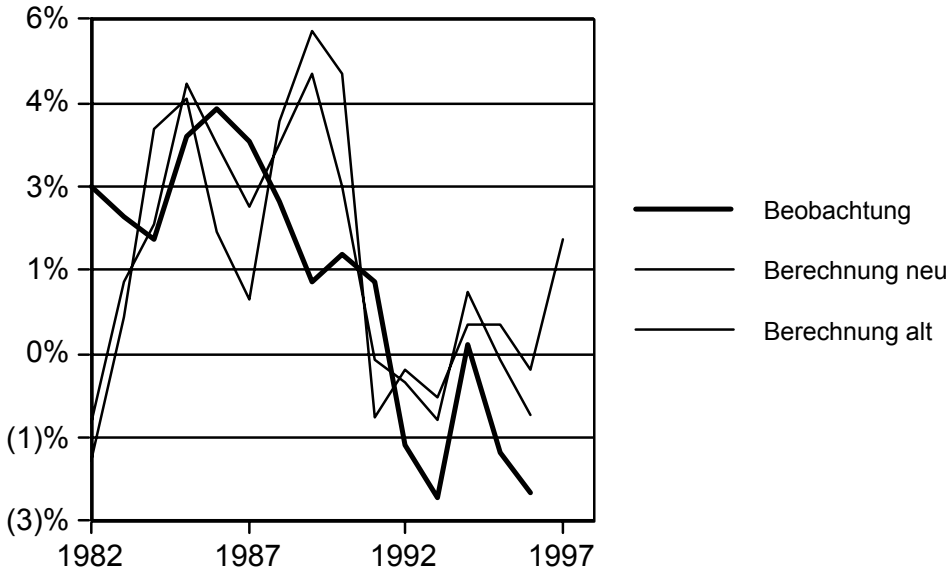


Abbildung A4-3: Beobachtete und berechnete jährliche Veränderung der durchschnittlichen Energiekennzahl Elektrizität des Dienstleistungssektors in der Stadt Zürich

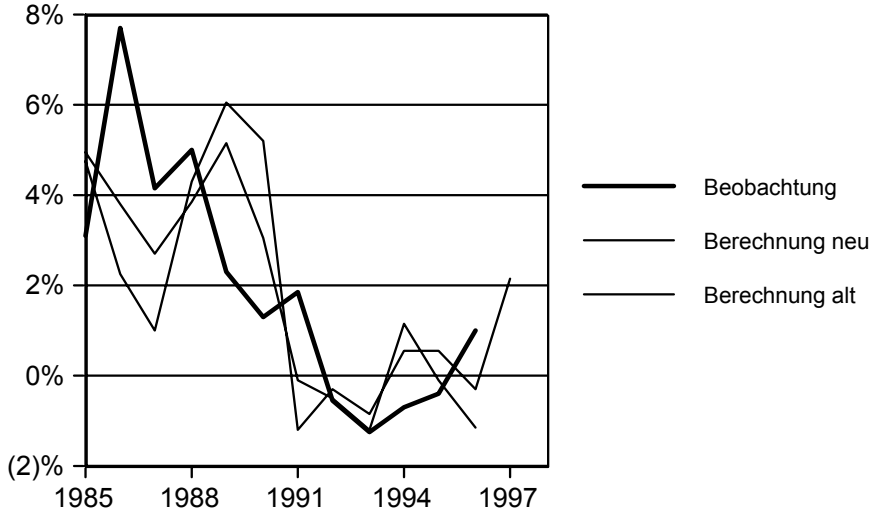


Abbildung A4-4: Beobachtete und berechnete jährliche Veränderung der durchschnittlichen Energiekennzahl Elektrizität des Dienstleistungssektors im Kanton Genf

Die beobachteten Werte sind fett gezeigt; die zwei berechneten Reihen unterscheiden sich dadurch, dass einmal die bis vor Kurzem übliche Definition des BIP verwendet wurde (mit "alt" bezeichnet) und das andere mal die seit kurzem eingeführte (und rückwirkend nachgerechnete) Definition des BIP, welche der Systematik der EU angepasst ist.

Bei der Betrachtung der zwei Abbildungen fällt zuerst auf, dass die Differenzen zwischen Beobachtung und Berechnung sehr stark streuen und zwar sowohl für die Periode vor, wie für die Periode nach 1990. Dann wird wohl auch bemerkt, dass die beobachteten und die berechneten Werte vor 1990 durchschnittlich höher liegen als die entsprechenden Werte nach 1990. Werden für die Zeit nach 1990 auch kurzfristige Faktoren – analog zur Studie (Aebischer

und Spreng 1999) – berücksichtigt, dann wird die Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Berechnung etwas besser (siehe die zwei nächsten Abbildungen).

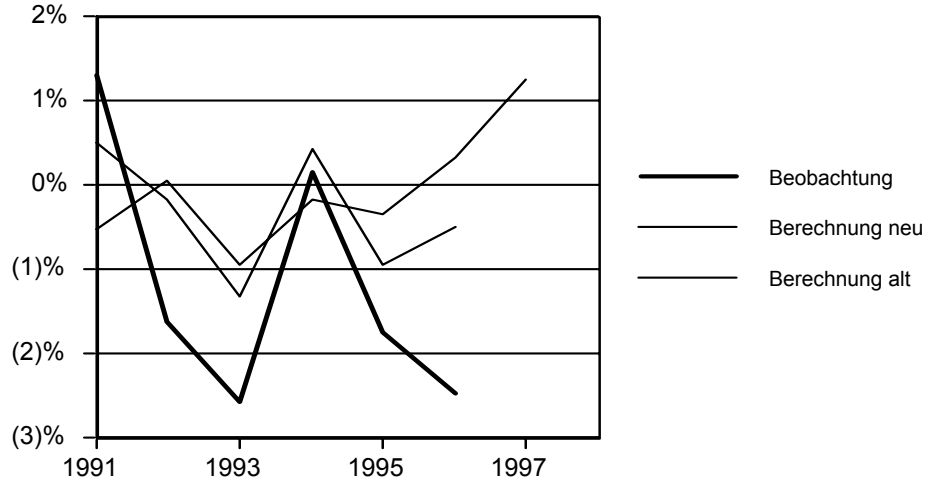


Abbildung A4-5: Beobachtete und berechnete jährliche Veränderung der durchschnittlichen Energiekennzahl Elektrizität des Dienstleistungssektors in der Stadt Zürich. Die kurzfristigen Faktoren sind berücksichtigt.

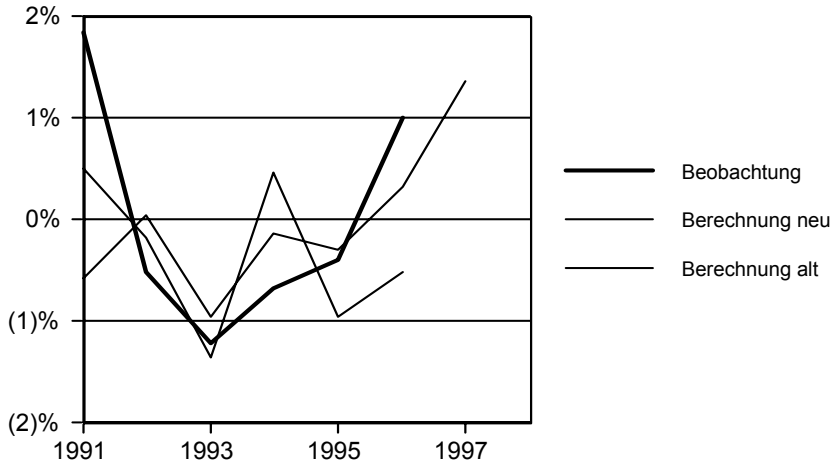


Abbildung A4-6: Beobachtete und berechnete jährliche Veränderung der durchschnittlichen Energiekennzahl Elektrizität des Dienstleistungssektors im Kanton Genf. Die kurzfristigen Faktoren sind berücksichtigt.

Die folgenden zwei Abbildungen zeigen die beobachteten jährliche Variation der Elektrizitäts-intensität in Zürich und in Genf und die berechneten jährlichen Variationen, einmal ohne und einmal mit Berücksichtigung der kurzfristigen Einflussfaktoren Witterung, Anzahl Tage und Anzahl Arbeitstage, sowie Preise.

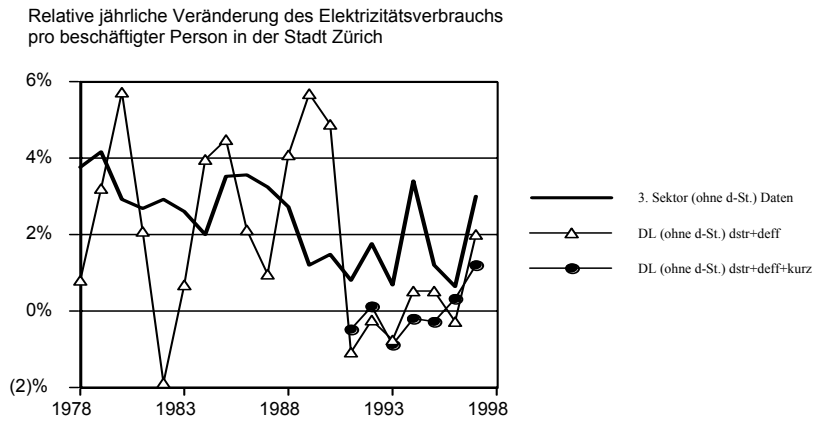


Abbildung A4-7: Beobachtete und berechnete jährliche Veränderung der durchschnittlichen Elektrizitätsintensität im Dienstleistungssektor der Stadt Zürich, mit und ohne Berücksichtigung der kurzfristigen Faktoren

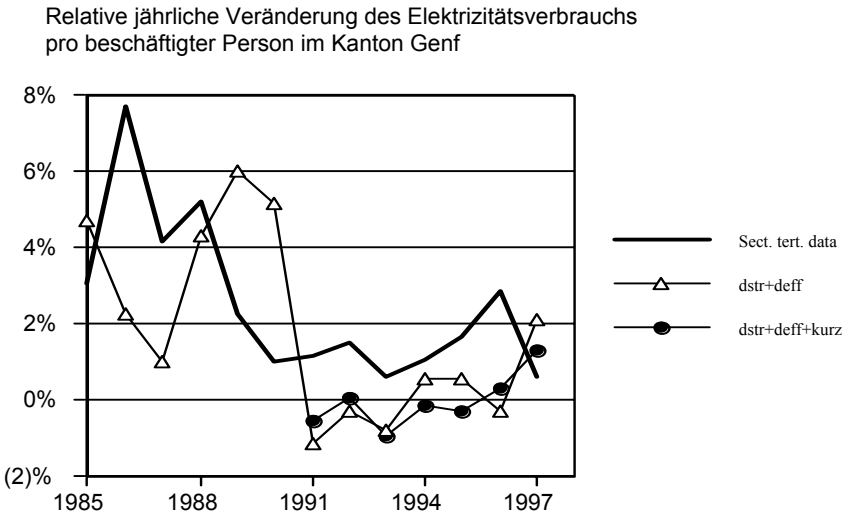


Abbildung A4-8: Beobachtete und berechnete jährliche Veränderung der durchschnittlichen Elektrizitätsintensität im Dienstleistungssektor des Kantons Genf, mit und ohne Berücksichtigung der kurzfristigen Faktoren

A4.3 Korrelation zwischen den jährlichen Veränderungen der Elektrizitäts-kennzahlen und des Bruttoinlandprodukts

Das nach der alten und nach der neuen Systematik berechnete Bruttoinlandprodukt der Schweiz unterscheiden sich qualitativ und langfristig betrachtet kaum, aber für die Variation zum Vorjahr werden in einzelne Jahre Unterschiede bis zu einem Prozentpunkt beobachtet (Abbildung A4-10)

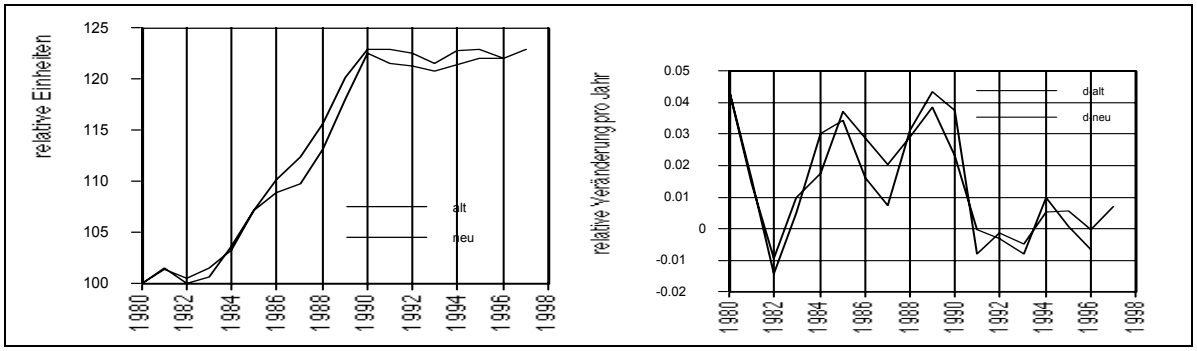


Abbildung A4-9: Entwicklung relativ zum Jahre 1980 und jährliche Variation des Bruttoinlandprodukts der Schweiz berechnet nach der neuen und nach der alten Systematik

Zwischen der jährlichen Veränderung des BIP und der jährlichen Veränderung der durchschnittlichen Elektrizitätskennzahlen in den Dienstleistungssektoren der Stadt Zürich und des Kantons Genf ist eine gewisse Korrelation offensichtlich (Abbildungen A4-10 und A4-11). Der Korrelationskoeffizient liegt zwischen 0.3 und 0.7 (Tabelle A4-1).

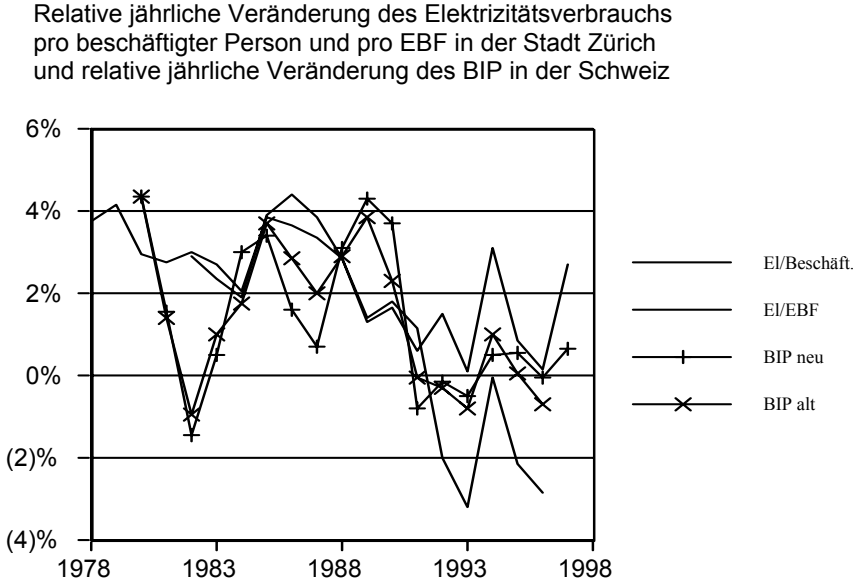


Abbildung A4-10: Jährliche Veränderungen der Elektrizitätskennzahlen im Dienstleistungssektor der Stadt Zürich und jährliche Veränderungen von zwei Zeitreihen für das Bruttoinlandprodukt der Schweiz

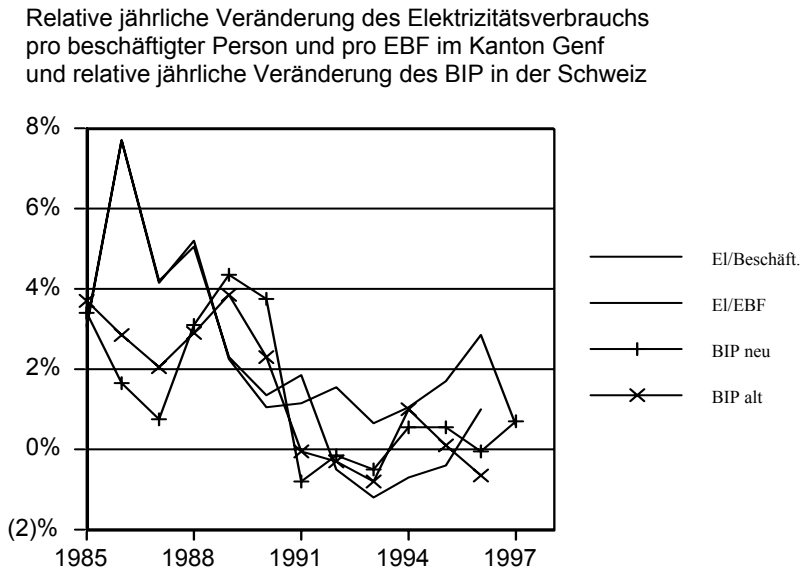


Abbildung A4-11: Jährliche Veränderungen der Elektrizitätskennzahlen im Dienstleistungssektor des Kantons Genf und jährliche Veränderungen von zwei Zeitreihen für das Bruttoinlandprodukt der Schweiz

Tabelle A4-1: Korrelationskoeffizienten der jährlichen Veränderungen des Bruttoinlandprodukts und der Elektrizitätskennzahlen im Dienstleistungssektor in der Stadt Zürich und im Kanton Genf

	El/B ZH	El/EBF ZH	El/B GE	El/EBF GE
BIP alt	0.56	0.68	0.52	0.68
BIP neu	0.30	0.41	0.29	0.42