

Die Wasserversorgung der Stadt Zürich:

Aspekte eines neuen Tarifsystems

Diplomarbeit

am

Sozialökonomischen Institut der Universität Zürich

bei

Prof. Dr. Armin Schmutzler

Betreuung: Dr. Stefan Bühler

Verfasserin: Franziska Wick

Studienrichtung: Volkswirtschaftslehre

Fach: Industrieökonomie

Matrikelnummer: 99-921-223

Adresse: Rainfussweg 3, 8038 Zürich

Telefon: 078 818 28 20

E-Mail: franziska_wick@web.de

Abgabedatum: 05.12.2005

Abstract

Aufgrund der Struktur des Tarifs für die Wasserabgabe wird die Wasserversorgung Zürich in Zukunft nicht mehr imstande sein, ihre Totalkosten zu decken, sollte sich der seit Jahrzehnten anhaltende Wassernachfragerückgang fortsetzen. Ein weiteres Problem des Tarifs betrifft dessen Berechnungsgrundlage; da der Tarif teilweise mittels Variablen berechnet wird, welche nicht direkt im Zusammenhang mit dem Wasserverbrauch stehen, variieren die Durchschnittspreise des Wassers für die einzelnen Nachfrager erheblich. Der Zweck dieser Arbeit ist die Diskussion der Problematik des heutigen Tarifs und die Evaluation eines neuen Tarifsystems für die Wasserversorgung der Stadt Zürich. Die theoretische Grundlage bildet die ökonomische Theorie der nichtlinearen Tarife. Es wird gezeigt, dass das optimale Tarifsystem aus zwei sich unterscheidenden Tarifschemas für private und kommerzielle Nachfrager besteht. Für die privaten Nachfrager wird die heutige Tarifstruktur beibehalten, jedoch Änderungen an deren Berechnungsgrundlagen vorgeschlagen. Das empfohlene Tarifschema für kommerzielle Nachfrager besteht aus vier verschiedenen, mengenabhängigen Tarifen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Die Wasserversorgung Zürich	4
2.1	Die WVZ als kommunales Unternehmen	4
2.2	Tarifstruktur und Wasserverbrauch.....	5
2.3	Die Problematik des heutigen Tarifs.....	7
3	Ein neues Tarifsysteem: Evaluation der Eigenschaften	11
3.1	Anforderungen an ein neues Tarifsysteem.....	11
3.2	Die Theorie der nichtlinearen Preise	13
3.3	Wassertarife in der weltweiten Praxis.....	16
3.4	Folgerungen für die Stadt Zürich	17
4	Kommerzielle Nachfrager: Modellierung des neuen Tarifschemas	22
4.1	Möglichkeiten und Grenzen bei der Modellierung	22
4.2	Das Optimierungsproblem	22
4.3	Interpretation der Bedingungen erster Ordnung.....	28
4.4	Das neue Tarifschema in der Praxis - ein Anwendungsbeispiel	37
5	Private Nachfrager: modifizierter Status Quo	43
5.1	Tarifmodell.....	43
5.2	Optimierung des bestehenden Dreistufentarifs	45
5.3	Weiterführendes	50
6	Schlusswort und Ausblick	52
	Anhänge A, B und C	I
	Literaturverzeichnis	XIII

1 Einleitung

«Das Prinzip aller Dinge ist das Wasser, denn Wasser ist alles und ins Wasser kehrt alles zurück». Bereits der erste griechische Philosoph, Thales von Milet (um 625 - um 547 v. Chr.), erkannte den besonderen Stellenwert von Wasser für unsere Welt. Ohne Wasser gäbe es kein Leben auf diesem Planeten, Wasser ist für die restliche Natur genauso essentiell wie für den Menschen. Während das ‚blaue Gold‘ unabdingbar ist für unser Überleben und damit als *soziales* Gut bezeichnet werden kann, nimmt die Ressource als Produktionsfaktor auch als *ökonomisches* Gut eine wichtige Stellung ein. Nicht nur nimmt das Gut in seiner Bedeutung viele Dimensionen an, auch herrschen beträchtliche geografische Unterschiede in der Verfügbarkeit der Ressource. In Afrika legen die Frauen im Durchschnitt täglich 10-15 Kilometer zurück, um Wasser für ihre Familie zu beschaffen (Helvetas, 2005). In den australischen Metropolen wiederum sind die Haushalte zwar an Wasserversorgungsnetze angeschlossen, doch neigen sich die Wasservorräte der städtischen Dämme aufgrund meteorologischen und demografischen Veränderungen vielerorts allmählich dem Ende zu. Besonders kritisch ist die Lage in Perth und Adelaide – wenn in der nahen Zukunft keine alternative Möglichkeit zur Wassergewinnung gefunden und geschaffen wird, werden sich die zwei Städte in zehn Jahren aufgrund ungenügender Wasserreserven mindestens teilweise in Geisterstädte verwandeln (mündliche Quelle). Im Kontrast zur prekären Wassersituation in den wasserarmen Gebieten der Welt bereitet anderen Städten der Wasserüberfluss Probleme. So ist in der deutschen Hauptstadt Berlin der Grundwasserspiegel aufgrund der seit Jahren gesunkenen Wassernachfrage auf ein gefährliches Niveau angestiegen und bedroht die Fundamente der Gebäude. Diese geografischen Unterschiede in der Verfügbarkeit und die unterschiedlichen Bedeutungen des Guts Wasser in seiner Verwendung haben zur Folge, dass bei der Preissetzung auf viele Aspekte eingegangen werden muss. Die Preissetzung wird zusätzlich dadurch erschwert, dass Wasserversorgungen hohe Investitionen bedingen, und dass deren Infrastruktur von sehr langer Lebensdauer ist. Da sich der Wassertransport sehr teuer gestaltet, werden die Wassermärkte auch in Zukunft lokal bleiben müssen. Im Folgenden wird auf diese mannigfaltigen Aspekte des Guts Wasser eingegangen und dessen Preissetzung im Licht der Theorie der Industrieökonomik diskutiert.

Die Fragestellung der vorliegenden Arbeit hat die Diskussion der Aspekte eines neuen Tarifsystems für die Wasserversorgung der Stadt Zürich (WVZ) zum Inhalt. Die zugrunde liegende Motivation besteht in der mittelfristigen Entwicklung der finanziellen Situation der WVZ;

aufgrund des seit Jahrzehnten anhaltenden Nachfragerückgangs nach Wasser wird das Unternehmen in weiterer Zukunft kaum mehr imstande sein, mit dem bestehenden Tarif ihre Totalkosten zu decken. Ziel dieser Arbeit ist, die strukturellen Schwächen des heute angewendeten Tarifs aufzuzeigen und Möglichkeiten eines neuen, kostendeckenden Tarifs zu evaluieren unter Berücksichtigung der Eigenheiten des Guts Wasser, der Kostenstruktur des Unternehmens und der künftigen Nachfrageentwicklung. Grundlage der Diskussion bildet die ökonomische Theorie der nichtlinearen Tarife. Natürliche Monopole wie beispielsweise Wasserversorgungen sind durch hohe Fixkosten gekennzeichnet. Hohe Fixkosten verunmöglichen es, lineare Grenzkostenpreise anzuwenden, da aufgrund der hohen Fixkosten die Durchschnittskosten wesentlich höher ausfallen als die Grenzkosten, und Grenzkostenpreise damit zu Verlusten führen würden. Neben Grenzkostenpreisen fallen auch die profitmaximierenden Preise eines Monopolisten außer Betracht, da der Versorgung mit Trinkwasser eine existentielle Bedeutung zukommt und damit aus politischen, sozialen und ethischen Gründen eine kostengünstige Versorgung für jedermann sichergestellt werden sollte.

Die Theorie der nichtlinearen Preissetzung bietet ein breites Feld an Möglichkeiten und wird in vielen regulierten und unregulierten Industrien angewendet, beispielsweise in der Luftfahrts-, Elektrizitäts-, Telekom- und Transportindustrie¹. Neben mehrstufigen Tarifen mit oder ohne zusätzliche Fixgebühr finden auch Mengenrabatte oder Treuerabatte für wiederholte Einkäufe Anwendung. Zur Theorie der nichtlinearen Preise existiert eine ausgedehnte Literatur; zwei umfassende Standardwerke sind Wilson (1992) und Brown/Sibley (1986). Nichtlineare Tarife werden angewendet, wenn mittels Grenzkostenpreisen nicht genügend Einnahmen zur Totalkostendeckung erzielt werden können, wie dies beispielsweise für natürliche Monopole der Fall ist. Die Preissetzung erfolgt demzufolge unter der Bedingung, dass ausreichend Einnahmen zur Kostendeckung erzielt werden, trotz der hohen Fixkosten. Diese Bedingung wird ‚break-even-Bedingung‘ genannt. Ein in der Literatur verbreiteter Ansatz zur optimalen Preissetzung unter einer break-even-Bedingung sind die Ramsey- oder Ramsey-Boiteux-Preise. Zu den wichtigsten Arbeiten über die Preissetzung unter einer break-even-Bedingung und Ramsey-Preisen im Speziellen zählen: Baumol/Bradford (1970), Oi (1971), Feldstein (1972), Ng/Weisser (1974), Schmalensee (1981), Goldman/Leland/Sibley (1984), Maskin/Riley (1984), Ramsey (1927) und Boiteux (1956).

¹ Streng genommen bezieht sich der Ausdruck ‚nichtlinearer Tarif‘ ausschliesslich auf Tarife, die durchgehend nichtlinear sind. In der vorliegenden Arbeit werden auch solche Tarife als nichtlinear bezeichnet, welche im Ganzen gesehen nichtlinear sind, aber durchaus lineare Abschnitte enthalten können (z.B. Mehrstufentarife).

Zum Thema Preissetzung im Wasserektor liegt zwar ökonomische Literatur vor, jedoch konzentriert sich diese hauptsächlich auf die Tarifierung von Wasser als knappes Gut oder in Verbindung mit der Internalisierung negativer Externalitäten, welche bei der Wassergewinnung anfallen (Umweltschäden). Da in Zürich weder Knappheitsprobleme noch schwerwiegende, durch die Wasserversorgung bedingte ökologische Probleme bestehen, ist die existierende Literatur für die vorliegende Arbeit jedoch nicht von unmittelbarer Relevanz.

Die vorliegende Arbeit besteht aus fünf Teilen. Der *erste* Teil (Kapitel 2) liefert einen Überblick über die aktuelle Situation der Wasserversorgung der Stadt Zürich. Zuerst werden das Unternehmen und seine finanzielle Situation dargestellt, und danach folgen einige Ausführungen zur Struktur des heute angewendeten Wassertarifs und zum Wasserverbrauch. Schließlich folgt eine Diskussion der Problematik des heutigen Tarifs. In einem *zweiten* Teil (Kapitel 3) werden die Eigenschaften eines möglichen neuen Tarifschemas evaluiert. Dazu werden neben den konkreten Anforderungen an einen neuen stadtzürcherischen Wassertarif die Theorie der nichtlinearen Preise und Erfahrungen aus der weltweiten Praxis hinzugezogen. Die daraus abgeleiteten Folgerungen bilden die Grundlage für die zwei nachfolgenden Kapitel, welche die Modellierung des neuen Tarifschemas beinhalten. Der *dritte* Teil (Kapitel 4) dient zur Modellierung eines neuen Tarifschemas für die Gruppe der kommerziellen Nachfrager. Mittels eines Wohlfahrtsoptimierungsproblems werden die impliziten Gleichungen für die Tarifkomponenten hergeleitet und interpretiert. Zur Illustration folgt anschließend ein Praxisbeispiel. Der *vierte* Teil (Kapitel 5) behandelt die Tarifierung der Gruppe der privaten Nachfrager. Für diese zweite Gruppe wird die alte Tarifstruktur beibehalten. Die Tarifstruktur wird jedoch bezüglich ihrer Effizienz untersucht und mögliche Anpassungen werden diskutiert. Im abschließenden *fünften* Teil (Kapitel 6) folgen ein zusammenfassendes Schlusswort und ein Ausblick. Anhang A führt die berücksichtigten Praxisdaten auf, Anhang B liefert die mathematischen Herleitungen der im Text verwendeten Gleichungen, und Anhang C dient zur Berechnung der für das Praxisbeispiel benötigten numerischen Größen.

Die Diskussion des stadtzürcherischen Wassertarifs im Licht der ökonomischen Theorie bildet eine äußerst interessante Fragestellung. Als Bürgerin und Einwohnerin der Stadt Zürich ist es mir eine Ehre, mein Studium der Volkswirtschaftslehre mit einem Beitrag für die Stadt Zürich abschließen zu dürfen.

Zürich im Dezember 2005

2 Die Wasserversorgung Zürich

2.1 Die WVZ als kommunales Unternehmen

Die Wasserversorgung Zürich (WVZ) ist ein kommunales Unternehmen. Innerhalb der Stadtverwaltung gehört sie zum Departement der Industriellen Betriebe. Die WVZ ist finanziell selbsttragend, das bedeutet, dass sie sich ausschliesslich über ihre eigenen Erträge finanziert. Die Gebühreneinkünfte müssen ausreichend sein für den eigenwirtschaftlichen Betrieb sämtlicher Anlagen, die WVZ darf aber keinen Gewinn an die Stadtkasse abführen. Als kommunales Unternehmen unterliegt die WVZ der Kontrolle des Zürcher Gemeinderates. Die WVZ ist als vertikal integriertes Unternehmen umfassend für die Produktion und Verteilung von Wasser zuständig. Ihre Verantwortung reicht von der Überwachung des Zustands des Rohwassers über die Steuerung der Wasserwerke bis zu den Hausanschlüssen des Verteilnetzes. Der Leistungsauftrag der Wasserversorgung Zürich umfasst:

- Gewinnung, Aufbereitung und Verteilung von Trinkwasser
- Erstellung und Unterhalt von Betriebsanlagen
- Betrieb der städtischen Brunnen und Sicherstellung der Notwasserversorgung
- Kontrolle der Wasserinstallationen in Gebäuden

Innerhalb der Stadt Zürich ist die WVZ für das gesamte Wasserangebot und für die Belieferung sämtlicher Haushalte und Betriebe verantwortlich. Weitere 67 Gemeinden decken ihren Wasserbedarf teilweise mit Wasser der WVZ, was in dieser Analyse jedoch nicht berücksichtigt wird, da die Vertragspartner lediglich ihre Verbrauchsspitzen mit Wasser der WVZ abdecken und daher einem anderen Tarifvertrag unterliegen als die städtischen Nachfrager.

Im Jahr 2004 hat die Wasserversorgung Zürich täglich durchschnittlich rund 155'000 Kubikmeter (m³) Wasser produziert, von denen 80% an die innerstädtischen Nachfrager geliefert wurden (WVZ, 2005a).

Finanzen

Investitionsrechnung: Das Unternehmen bewirtschaftet ein Anlagevermögen mit einem Wiederbeschaffungswert von rund drei Milliarden Franken und investiert jährlich gegen 40 Mio. CHF in den Werterhalt der Anlagen (davon entfallen fast 80% auf den Unterhalt des Leitungsnetzes). Die Nettoinvestitionen belaufen sich auf rund 22 Mio. CHF. Die Kapitalstruktur von Wasserversorgungen zeichnet sich generell durch ihre Unflexibilität aus, da die Infrastruktur sehr kapitalintensiv und von langer Lebensdauer ist und sich ihr Unterhalt relativ teu-

er gestaltet. Das wasserrelevante Kapital hat kaum alternative Verwendungen und bildet somit so genanntes ‚sunk investment‘.

Die *Bilanzsumme* belief sich im Jahr 2004 auf 317.4 Mio. CHF, wovon das wasserrelevante Anlagevermögen den grössten Aktivposten, nämlich fast 80% ausmachte. Der grösste Passivposten stellt die Schuld an die Stadtkasse dar (282.2 Mio. CHF oder 89% der Passiven).

Erfolgsrechnung: Rund 85% des gesamten Ertrags der WVZ (125 Mio. CHF im Jahr 2004) ergeben sich aus Entgelten für Wasserlieferungen, der Rest setzt sich zusammen aus Eigenleistungen für Investitionen, Installationen und Hausanschlüssen und übrigen Erträgen. Der Gesamtaufwand setzt sich zusammen aus je einem Viertel Personalaufwand und Sachaufwand und rund 50% Kapitalkosten (davon sind rund 80% Abschreibungen und 20% Zinsaufwand). Zinsaufwendungen und Abschreibungen bilden die Hälfte des Gesamtaufwands und damit den weitaus grössten Fixkostenblock.

2.2 Tarifstruktur und Wasserverbrauch

Der *Wassertarif* wird vom Gemeinderat festgelegt. Der heutige Tarif wurde 1991 eingeführt und seither zweimal erhöht (zuletzt im Jahr 1995). Sämtliche städtische Nachfrager beziehen das Wasser zu demselben Tarif, ob Einzelhaushalt oder industrieller Grossbetrieb. Der Wasserpreis besteht aus einem Dreistufentarif und setzt sich zusammen aus einer jährlichen Grundgebühr und Verbrauchspreisen pro Kubikmeter Wasser für Normal- und Überwasserverbrauch. Die jährliche *Grundgebühr* berechnet sich aus zwei Teilen: der Leistungsgebühr (nach der Nenngrösse des Wasserzählers pro Kubikmeter/Stunde, 49.65 CHF) und der Gebäudegebühr (nach der Versicherungssumme gemäss den Werten der Gebäudeversicherung, 0.2483‰). Der *Verbrauchspreis* setzt sich ebenfalls aus zwei Komponenten zusammen. Er beläuft sich auf 1.44 CHF pro m³ Wasser für den unterhalb der Zuteilung nach der Zählergrösse liegenden Verbrauch, und auf das Doppelte, also 2.88 CHF, für den darüber liegenden Verbrauch (Überwasserverbrauch). Die übrigen Bestimmungen können dem Tarifreglement entnommen werden (WVZ, 2000).

Jährliche Grundgebühr	Leistungsgebühr	Nach der Nenngrösse des Wasserzählers pro m ³ /h	CHF 49.65
	Gebäudegebühr	Nach der Versicherungssumme gemäss den Werten der Gebäudeversicherung	‰ 0.2483
Verbrauchspreis	Verbrauchspreis für Normalwasserverbrauch	Pro m ³ Wasser	CHF 1.44
	Zuschlagsgebühr für Überwasserverbrauch	Für den über der Zuteilung nach der Zählergrösse liegenden Verbrauch, pro m ³ Wasser	CHF 1.44

Tabelle 2.1: Wassertarif der WVZ. Stand Dezember 2005. WVZ (2000)

Kapazitäten: Als Mitte der 70er-Jahre die Kapazitäten der Wasserversorgung Zürich zu Spitzenbelastungszeiten an ihre Grenzen zu stossen begannen, wurde eine Kapazitätserweiterung vorgenommen. In den nachfolgenden Jahren sank der Wasserverbrauch aber wider Erwarten, und während die offizielle Lieferkapazität heutzutage bei 500'000m³ pro Tag liegt, lagen die Verbrauchsspitzenwerte im überdurchschnittlich heissen Sommer 2003 lediglich bei 250'000m³ (Feusi, 2003).

Nachfragesituation: Der Mitte der 70er-Jahre eingesetzte Trend des Verbrauchsrückgangs setzt sich beim städtischen Wasserverbrauch immer noch fort – der Jahresverbrauch hat in den vergangenen 35 Jahren um rund einen Drittel abgenommen. Die Gründe dafür sind vielfältig. Einerseits hat im Laufe der Jahrzehnte die städtische Bevölkerung abgenommen, wie auch die Zahl der Industriebetriebe (Feusi, 2003). Zudem ist der Pro-Kopf-Wasserverbrauch stetig gesunken, in den schweizerischen Haushalten hat sich der Trinkwasserverbrauch in den letzten 20 Jahren um 20 Liter verringert und beträgt heute im Durchschnitt 162 Liter pro Einwohner und Tag (SVGW, 2005). Neue, Wasser sparende Haushaltsgeräte und ein gesteigertes ökologisches Bewusstsein in der Bevölkerung sind die Hauptursachen. Auch in der Industrie hat der Wasserverbrauch markant abgenommen, dies hauptsächlich aufgrund neuer Produktionsverfahren und Strukturänderungen.

Gemessen wird der Wasserverbrauch mittels Wasserzählern, welche in nahezu allen stadtzürcherischen Liegenschaften installiert sind. Die Wasserzähler liefern häufig keine Information über den individuellen Wasserverbrauch eines Nachfragers, da pro Liegenschaft meist nur ein Zähler installiert ist, und demzufolge der individuelle Wasserverbrauch in einem Gebäude mit mehr als einem Nachfrager nicht ersichtlich ist. Dies ist einer von mehreren Gründen, warum die Preiselastizität der Nachfrage relativ gering ist. Weitere Gründe sind die geringe Substituierbarkeit von Wasser, der geringe Anteil der Ausgaben für Wasser am Ge-

sambudget eines Nachfragers und die Tatsache dass Wasser, zumindest für den privaten Verbraucher, in einem gewissen Mengenintervall ein lebensnotwendiges Gut ist².

2.3 Die Problematik des heutigen Tarifs

i) Produzentenseitige Problematik

Der gegenwärtig angewandte Dreistufentarif birgt für das Unternehmen für die mittelfristige Zukunft aufgrund seiner Struktur ein schwerwiegendes Problem. Ein weiterhin anhaltender Trend des Verbrauchsrückgangs wird früher oder später dazu führen, dass mittels des gegenwärtigen Tarifs die Gesamtkosten des Unternehmens nicht mehr gedeckt werden können. Das Problem liegt darin begründet, dass die Struktur des Tarifs nicht in direktem Zusammenhang mit der Kostenstruktur des Unternehmens steht – die Kosten und der Erlös entwickeln sich damit bei einem Verbrauchsrückgang unterschiedlich.

Für die Kostenstruktur von Wasserversorgungen ist charakteristisch, dass ein überdurchschnittlich hoher Teil der Kosten fixe Kosten darstellt. Tiefbauten, Wasser- und Pumpwerke, Leitungsnetz und übrige Anlagen machen in der Bilanz der WVZ über 75% der gesamten Aktiven aus (WVZ, 2005a). Ein ähnliches Bild liefert die Erfolgsrechnung: Allein die Kapitalkosten (Zinsen und Abschreibungen) belaufen sich auf die Hälfte des gesamten Aufwands. Neben diesem grossen Fixkostenblock erweisen sich auch die übrigen zwei Aufwandsposten mittel- bis langfristig grösstenteils als nicht wirklich variabel: Beim Personalaufwand könnten mittels Entlassungen nur relativ unbedeutende Aufwandsminderungen erzielt werden. In der Kategorie Sachaufwand ist der Energieaufwand der einzige wirklich variable Kostenanteil, doch macht dieser nur knapp 4% der gesamten Kosten des Unternehmens aus. Auch der Abbau von Anlagen brächte nicht die benötigte Kapitalkostenminderung; während Investitionen in die Wasser- und Pumpwerke im Jahr 2004 nur je 3.5% bis knapp 6% ausmachten, wurden 77% der Bruttoinvestitionen für das Leitungsnetz aufgewendet. Ferner würde das Abstossen einzelner Teile des Anlagevermögens keine signifikanten Einnahmen erzielen, da die direkt produktionsbedingten Anlagevermögen ‚sunk investments‘ darstellen und daher nicht anderweitig verwendet werden können. Zusammenfassend bedeutet dies, dass der grösste Teil der Kosten, nämlich die gesamten Fixkosten, nicht signifikant reduziert werden kann, auch wenn

² Ein Literaturüberblick über Studien bezüglich Faktoren, die die Nachfrage nach Wasser beeinflussen, ist zu finden in Firma (2003).

die Kapazitäten an den abnehmenden Wasserverbrauch angepasst würden. Während die Kosten der Wasserbereitstellung bei sinkendem Wasserverbrauch mehr oder weniger unverändert bleiben, nehmen die Einnahmen aufgrund der Tarifstruktur deutlich ab. Bei Normalverbrauch (d.h. ohne Überwasserverbrauch) macht der Anteil des variablen Verbrauchspreises in den meisten Fällen mehr als 50% der Wasserrechnung aus (WVZ, 2005b). Nimmt der Wasserverbrauch ab, nehmen die Einnahmen demzufolge überproportional ab, relativ zur Abnahme der Kosten. Dies wird letztlich dazu führen, dass die Wasserversorgung nicht mehr kostendeckend zu arbeiten vermag. Die Hauptanforderung an ein neues Tarifsysteem ist demnach, dass trotz eines potentiellen Rückgangs des Wasserverbrauchs genügend Einnahmen zur Deckung der Totalkosten generiert werden können.

ii) Konsumentenseitige Problematik

Neben dieser Hauptproblematik des gegenwärtigen Tarifs der WVZ sind zwei weitere, konsumentenseitige Aspekte zu beachten. Der erste Aspekt betrifft die Berechnungsgrundlagen der Grundgebühr. Die Grundgebühr setzt sich zusammen aus der Gebäude- und der Leistungsgebühr. Die Berechnungsgrundlage ist in beiden Fällen ökonomisch nicht effizient³. Die *Gebäudegebühr* (abhängig von der Versicherungssumme der entsprechenden Liegenschaft) macht in vielen Fällen einen beträchtlichen Teil der Grundgebühr aus. Die Versicherungssumme einer Liegenschaft steht jedoch in keinem direkten Zusammenhang mit dem Wasserverbrauch, und der Aspekt der ökonomischen Effizienz dieser Preissetzungsvariablen ist daher fraglich. Die Problematik soll anhand fünf kommerzieller Kunden der Wasserversorgung Zürich aufgezeigt werden.

Tabelle 2.2 zeigt deutlich, dass zwischen den Durchschnittspreisen pro Kubikmeter Wasser beträchtliche Unterschiede bestehen. Im Fall der fünf aufgeführten Beispiele in Tabelle 2.2 variiert der Kubikmeterpreis zwischen CHF 1.66 und CHF 5.74. Bei genauerer Betrachtung fällt auf, dass auf alle diejenigen Nachfrager ein hoher Durchschnittspreis zukommt, welche eine hohe Gebäudegebühr zu entrichten haben. Beim ‚grossen Bürogebäude‘ beispielsweise handelt es sich um einen Liegenschaftskomplex eines Finanzinstituts am Zürcher Paradeplatz. Aufgrund der hohen Gebäudeversicherungssumme dieses Liegenschaftskomplexes und des niedrigen Wasserverbrauchs hat das Finanzinstitut mehr als doppelt soviel an Gebäudegebühren zu entrichten, als es an Verbrauchsgebühren für den effektiven Wasser-

³ In der vorliegenden Arbeit wird die *ökonomische Effizienz* folgendermassen definiert: Ein Tarif ist ökonomisch effizient, wenn dessen Berechnungsgrundlage im direkten Zusammenhang mit der Höhe des Wasserverbrauchs steht. Die Berechnung der Tarifhöhe darf nicht durch andere, davon unabhängige Variablen verzerrt werden.

verbrauch zu entrichten hat. Die Ausgaben für die Gebäudegebühr machen im genannten Fall 68% der gesamten Wasserrechnung aus, im Fall ‚Hallenbad‘ jedoch nur gerade 6.7%. Diese Differenzen sollten hinterfragt und soweit möglich eliminiert werden.

		kleines Büro- gebäude	Restaurant mittelgross	großes Büro- gebäude (R)	großes Hotel (R)	Hallen- bad
Wasserverbrauch (m³)		446	3'845	21'021	49'000	74'880
Tarif WVZ	Leistungsgebühr (CHF)	348 (13.6%)	645 (9.3%)	3'475 (3.3%)	3'475 (3.2%)	8'192 (6.6%)
	Gebäudegebühr (CHF)	1'570 (61.3%)	745 (10.8%)	72'018 (68.1%)	34'906 (32.0%)	8'280 (6.7%)
	Verbrauch Wasser (CHF)	642 (25.1%)	5'537 (79.9%)	30'270 (28.6%)	70'571 (64.8%)	107'827 (86.7%)
	Totalausgaben pro Jahr (CHF)	2'560 (100%)	6'927 (100%)	105'763 (100%)	108'952 (100%)	124'299 (100%)
	Durchschnittspreis pro m³ (CHF)	5.74	1.80	5.03	2.22	1.66

Tabelle 2.2: Wassergebühren von fünf kommerziellen Nachfragern der Stadt Zürich. Auszug aus (vi), Anhang A. (R) = Ringleitung

Auch die Berechnungsgrundlage der *Leistungsgebühr* gestaltet sich, wenigstens im Bereich der Liegenschaften, welche zu Wohnzwecken genutzt werden, nicht vollständig effizient. Die Leistungsgebühr steht in direktem Zusammenhang mit der Grösse des in einer Liegenschaft installierten Wasserzählers. Zwischen Wasserzählergrösse und der Höhe des Wasserkonsums besteht zwar ein gewisser Zusammenhang. Da jedoch für Liegenschaften, welche zu Wohnzwecken genutzt werden, meist nur zwei verschiedene Grössen von Wasserzählern zur Auswahl stehen (5 und 7 m³/h), ist die Aussagekraft der Zählergrösse über den Wasserkonsum einer solchen Liegenschaft nur sehr beschränkt.

Ein letzter kritischer Aspekt betrifft die *Einheitlichkeit des Tarifs* für sämtliche Nachfragergruppen. Zweifelsohne bietet diese Art der Preissetzung eine einfach zu kommunizierende, übersichtliche und auf den ersten Blick gerechte Art der Kostendeckung. Zu prüfen ist aber, ob dieser Tarif ökonomisch effizient ist, d.h. ob jeder Nachfrager für seine tatsächlichen Kosten aufkommt. Die Gefahr eines einheitlichen Tarifs besteht darin, dass unter Umständen die einzelnen Nachfragergruppen zuviel oder zuwenig für ihren Wasserkonsum bezahlen, und dadurch die eine Gruppe eine andere quersubventioniert. Eine andere Möglichkeit der Tarif-

setzung ist ein Preisplan mit unterschiedlichen Tarifen für unterschiedliche Konsumentengruppen. Ein in der Praxis verbreiteter Ansatz ist ein Preisplan mit sich unterscheidenden Tarifen für Privathaushalte und kommerzielle Nachfrager. Mittels der Differenzierung von Konsumentengruppen kann besser auf deren individuelle Nachfragestrukturen eingegangen werden und es können Preise ausgestaltet werden, mittels derer jeder die Kosten deckt, die er wirklich verursacht.

3 Ein neues Tarifsysteem: Evaluation der Eigenschaften

3.1 Anforderungen an ein neues Tarifsysteem

Ein neuer Tarif für die Wasserabgabe in der Stadt Zürich hat verschiedenen Anforderungen gerecht zu werden. Im Folgenden werden die einzelnen Aspekte diskutiert.

(i) Allgemeine finanzielle Aspekte

Die Hauptanforderung an einen neuen Tarif ist die Generierung von ausreichend Einnahmen zur Deckung des Gesamtaufwands des Unternehmens, unter Berücksichtigung der Möglichkeit eines sich in der Zukunft fortsetzenden Abwärtstrends des Wasserverbrauchs. Bezüglich der Finanzrechnung kann für die mittelfristige Zukunft von einem mehr oder weniger gleich bleibenden Gesamtaufwand ausgegangen werden. Ausser dem Stollen, der sich bereits im Bau befindet, sind zurzeit keine bedeutenden Investitionen in Planung. Als kommunalem Unternehmen ist es der WVZ auch in Zukunft untersagt, signifikante Gewinne zu erwirtschaften.

(ii) Aspekt Tarifstruktur

Der Wassertarif soll für alle Konsumenten *gerecht* sein. Dies ist im vorliegenden Fall gleichbedeutend mit dem Ausschluss jeglicher Quersubventionen zwischen einzelnen Kunden oder Kundengruppen, sofern sie nicht aus spezifischem Grund gerechtfertigt sind. Während die Theorie der ökonomischen Effizienz diesen Grundsatz nicht voraussetzt, muss er im vorliegenden Fall dennoch berücksichtigt werden, da die WVZ als kommunales Unternehmen den Auftrag einer für alle Nachfrager gerechten Tarifsetzung, nicht den der Profitmaximierung hat. Bei einer wasserversorgungstypischen Kostenstruktur (hohe Fixkosten und niedrige variable Kosten) stellt dieser Gerechtigkeitsaspekt eine grosse Anforderung an die Modellierung eines Preissystems dar, da der Preis nicht gleich den Grenzkosten gesetzt werden kann, wie es eine effiziente Preissetzung verlangen würde. Die *fixen Kosten* sind relativ hoch und fallen unabhängig davon an, wie viel Wasser nachgefragt wird. Die *variablen Kosten* und damit die Grenzkosten einer Einheit Wasser sind verschwindend klein und können damit nicht als Tarifbasis verwendet werden, wenn der Preis die wahren Kosten widerspiegeln soll. Die anfallenden Kosten der Wasserbereitstellung müssen daher anhand eines anderen Mechanismus auf die Nachfrager überwältigt werden, beispielsweise mittels eines nichtlinearen Tarifs. Bereits heute besteht der Tarif der Wasserversorgung Zürich aus einem nichtlinearen Tarif, näm-

lich aus einem Dreistufentarif mit fixer Grundgebühr und zwei variablen Verbrauchspreisen (für Normal- und Überwasserverbrauch) pro Einheit konsumierten Wassers. Tarife mit zwei oder mehr Stufen sind im Wasserversorgungssektor eine effiziente Möglichkeit der Preissetzung, sofern bei der Modellierung des Tarifs sorgfältig vorgegangen wird. Wesentlich ist, dass alle Variablen der Berechnungsgrundlage in möglichst direktem Zusammenhang mit dem Wasserverbrauch und den damit verbundenen Kosten stehen. Beim variablen Teil des Tarifs ist der direkte Zusammenhang gegeben durch den Verbrauchspreis pro konsumierte Menge. Beim fixen Teil des Tarifs gestaltet sich diese geforderte Abhängigkeit schwieriger. Die Berechnung des fixen Teils des heutigen Tarifs der WVZ ist nicht zufriedenstellend. Wie weiter unten diskutiert, stehen sowohl Leistungsgebühr als auch Grundgebühr nicht in einem direkten Zusammenhang mit dem Wasserverbrauch und sollten bei einem neuen Tarif nicht mehr in der heutigen Form verwendet werden.

Zu prüfen ist zudem, ob die heterogene Masse der Nachfrager aus Effizienz- und Gerechtigkeitsgründen in einzelne Kundengruppen unterteilt werden sollte. Falls Kundengruppen mit homogenen Nachfragemustern auszumachen wären, könnte mittels eines aus mehreren Einzeltarifen bestehenden Preisplans (engl. „multi-part tariff“) besser auf diese gruppenspezifischen Nachfragestrukturen eingegangen werden. Zusätzlich würde die Preissetzung möglicherweise effizienter werden, da die Wahrscheinlichkeit von unerwünschten Quersubventionierungen verringert wird.

Des Weiteren soll der Tarif den Kunden klare Signale vermitteln über die wahren Kosten des Wassers. Dies bedeutet, dass der Tarif erstens die wahren Kosten des Wasserverbrauchs widerspiegeln und zweitens für den Kunden transparent und auf einfache Weise verständlich sein muss. Der Tarif soll zudem derart gestaltet sein, dass der administrative Aufwand der Fakturierung möglichst klein gehalten werden kann.

In vielen Teilen der Welt hat der Wassertarif zusätzlich die Funktion, die Wassernachfrage in eine bestimmte Richtung zu lenken. Da in Zürich bezüglich der Wasserbereitstellung keine Kapazitätsprobleme existieren und die externen, ökologischen Kosten der Produktion zudem nicht signifikant sind, hat der Zürcher Tarif keine Funktionen zur Lenkung der Nachfrage zu übernehmen.

(iii) Soziale Aspekte

Ein letzter zu diskutierender Aspekt der gerechten Kostenverteilung betrifft das heute praktizierte Solidaritätsprinzip betreffend diejenigen Kosten, welche bei der *Distribution* des Was-

sers anfallen. Aufgrund geografischer Gegebenheiten (hauptsächlich Höhenunterschiede) variieren die Kosten der Wasserbereitstellung innerhalb des Verteilnetzes je nach Standort des Endabnehmers. Unter Anwendung des Solidaritätsprinzips verrechnet die WVZ allen Abnehmern dieselben Distributionskosten, was aus Sicht der Autorin auch weiterhin beibehalten werden sollte, da dies vom gesellschaftlichen Standpunkt her gerecht und damit sinnvoll ist.

Da die Wasserversorgung Zürich als kommunales Unternehmen der Kontrolle des Zürcher Gemeinderates unterliegt, muss ein neuer Tarif politisch durchsetzbar (d.h. für alle Parteien akzeptabel) sein.

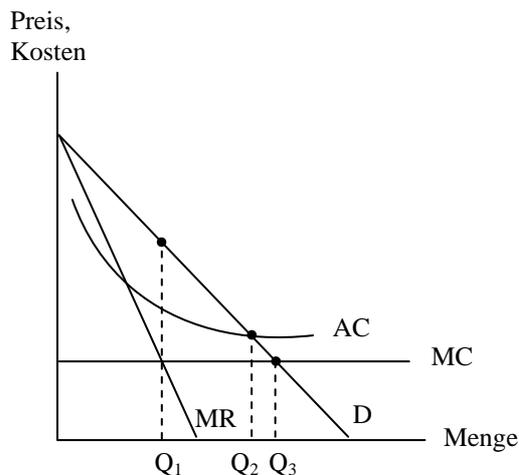
3.2 Die Theorie der nichtlinearen Preise

(i) Preissetzungsregeln im Monopol

Im Rahmen der ökonomisch effizienten Preissetzung spricht man von first-best Preisen, wenn die Preise den Grenzkosten gleichgesetzt werden. Der Ausdruck ‚first-best‘ bezieht sich darauf, dass diese Methode die ökonomisch effizienteste aller Preissetzungsmethoden darstellt. Aufgrund des Netzcharakters liegt bei Wasserversorgungen ein natürliches Monopol vor: Die Durchschnittskosten fallen im relevanten Nachfragebereich streng, da für die Produktion hohe Fixkosten und vergleichsweise geringe variable Kosten entstehen⁴. Bei der Anwesenheit von relativ hohen Fixkosten führt die Regel der first-best Preise zur Generierung eines negativen Gewinns, der bei einem hohen Fixkostenanteil beträchtlich ausfallen kann. Zur Deckung des Defizits sind dann Subventionen oder Steuern notwendig. Die Wasserversorgung Zürich ist ein reguliertes natürliches Monopol. Subventionen der Stadt sind ausgeschlossen, da das Unternehmen kostendeckend arbeiten soll. Lineare Grenzkostenpreise sind als Preissetzungsregel deshalb keine Alternative. Nichtlineare („second-best“) Preise sind ein möglicher Preissetzungsmechanismus „für den effizienten Gebrauch von Monopolmacht, um Auflagen betreffend des Erlöses einzuhalten“⁵.

⁴ Für die ökonomischen Eigenschaften vom Gut Trinkwasser und von Wasserversorgungen siehe Furrer (2004).

⁵ Wilson (1993:8). Übersetzung durch die Verfasserin.



Grafik 3.1: Preissetzung bei hohem Fixkostenanteil und soziales Optimum. Sobald relativ hohe Fixkosten auftreten, ist es im Marktumfeld nicht möglich, den Preis den Grenzkosten gleichzusetzen (first-best, Q_3), da in diesem Fall die Unternehmung nicht kostendeckend produzieren kann (die Durchschnittskosten (AC) fallen höher aus als die Grenzkosten (MC)). Aus sozialer Sicht wird im bestmöglichen Marktergebnis diejenige Menge bereitgestellt, bei welcher der Preis den Durchschnittskosten entspricht (second-best, Q_2).

(ii) Nichtlineare Preise

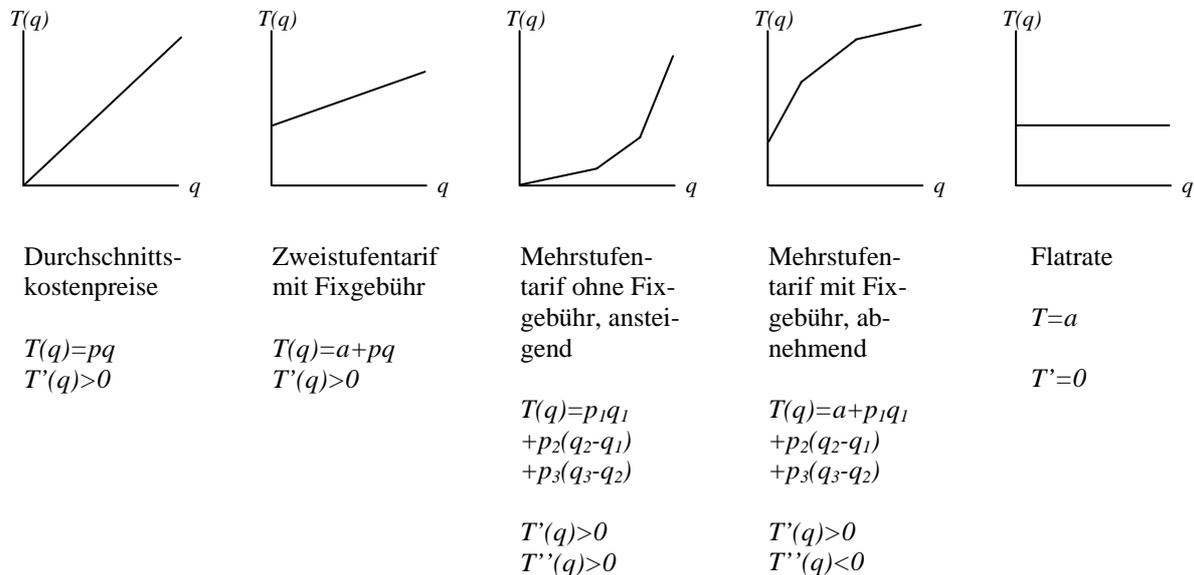
Nichtlineare Preise sind Preise, deren Zusammenhang von der gekauften Menge zum Gesamtpreis keine strikt lineare Funktion darstellt. Ein nichtlinearer Preis besteht mindestens aus einem Zweistufentarif, der Anzahl Stufen sind jedoch keine Grenzen gesetzt. Neben der Anzahl Stufen wird die Form eines nichtlinearen Preises durch zwei weitere Aspekte definiert. Zum einen besteht die Möglichkeit einer fixen Grundgebühr. Der Gesamttarif setzt sich dann zusammen aus einer fixen Gebühr, die unabhängig ist von der nachgefragten Menge, plus einem mengenbezogenen Verbrauchspreis. Die Funktion vom Preis in Abhängigkeit von der Menge lautet dann im einfachsten (d.h. linearen) Fall: $T=a+pq$, wobei a die fixe Grundgebühr widerspiegelt und p den mengenbezogenen Verbrauchspreis. (Ein Beispiel für die nichtlineare Preissetzung mit einer fixen Grundgebühr sind die heutigen Tarife in der schweizerischen Festnetztelefonie⁶: die monatliche Abrechnung setzt sich zusammen aus einer fixen Abonnementsgebühr und einer mengenbezogenen Gebühr, die im Falle der Telefonie in der Schweiz beispielsweise in CHF/Zeiteinheit abgerechnet wird). Die Form des Tarifs wird durch einen

⁶ Seit geraumer Zeit werden zwar auch in der Schweiz immer mehr alternative Preismodelle angeboten. Im vorliegenden Beispiel wird auf die in der Schweiz ursprüngliche, seit Jahrzehnten übliche Preissetzung verwiesen (monatliche Grundgebühr plus mengenbezogener Verbrauchspreis).

weiteren wesentlichen Aspekt definiert: durch die Form des mengenabhängigen Verbrauchspreises. Der Verbrauchspreis kann linearer Form sein und ist dann definiert durch eine konstante Rate p . Der Verbrauchspreis kann mit zunehmender Menge aber auch variieren – er ist dann von ansteigender oder abnehmender Form. Ein Verbrauchspreis mit abnehmender Rate fördert den Verbrauch des angebotenen Produkts, während eine zunehmende Rate zum sparsamen Umgang anregt. Nichtlineare Tarife eignen sich damit, die Nachfrage in eine beabsichtigte Richtung zu lenken. Beispiele für nichtlineare Tarife mit ansteigenden und abnehmenden Verbrauchspreisen können aus dem Wassersektor entnommen werden. Während viele australische Wasserversorgungsunternehmen aus Gründen der geografisch bedingten Wasserknappheit als Berechnungsgrundlage einen nichtlinearen Tarif zunehmender Form verwenden, um den Wasserverbrauch zu drosseln, wird in Berlin zurzeit die Implementierung eines nichtlinearen Tarifs abnehmender Form diskutiert. Aufgrund des seit Jahrzehnten anhaltenden Wasserverbrauchsrückgangs ist der Grundwasserspiegel der Stadt Berlin derart gestiegen, dass die Fundamente von Gebäuden durch das Wasser mittlerweile gefährdet sind. Mittels einer degressiven Preisstaffelung bei den Verbrauchspreisen soll der Wasserverbrauch nun wieder gesteigert werden, um den Grundwasserspiegel zu senken (Industrie- und Handelskammer Berlin, 2005).

Neben den nichtlinearen Preisen existieren zwei weitere verbreitete Ansätze zur Preissetzung im natürlichen Monopol: die *Flatrate* (oder Pauschaltarif) und die *Durchschnittskosten-Preissetzung*. Bei der Letzteren wird der Preis den Durchschnittskosten der Gesamtproduktion gleichgesetzt. Der Vorteil dieses Vorgehens liegt darin, dass das regulierte Monopol auf diese Weise einen angemessenen Ertrag generieren kann (dieser Ertrag wird meist als ‚faire Kapitalrendite‘ definiert). Der entscheidende Nachteil der Durchschnittskosten-Preissetzung liegt darin, dass im natürlichen Monopol die Grenzkosten tiefer sind als die Durchschnittskosten, und die Preise damit nicht effizient sind gemäß der vorangehend beschriebenen Effizienzregel der first-best Preise bzw. Grenzkostenpreise. Als Flatrate oder Pauschaltarif wird der Tarif bezeichnet, der einzig aus einer fixen Gebühr besteht. Es muss also ausschließlich eine Gebühr entrichtet werden, die unabhängig ist von der konsumierten Menge. Die Flatrate ist in der nordamerikanischen Festnetztelefonie stark verbreitet. Ortsgespräche sind dort in der Regel kostenlos bzw. in der Grundgebühr für einen Telefonanschluss bereits enthalten. Flatrate-Preismodelle haben enorme Vorteile; die administrativen Kosten für Abrechnungssysteme können vermieden oder zumindest minimiert werden. Der Nachteil im ökonomischen Sinne besteht darin, dass eine Flatrate kein Instrument zur Lenkung der Nachfrage bietet. Im Inter-

netbereich, wo die Flatrate zur Tarifierung des Internetzugangs verwendet wird, fehlt damit beispielsweise ein Instrument, um die Bandbreitenressourcen zu kontrollieren; dadurch wird verunmöglicht, Staus durch Übernutzung zu vermeiden.



Grafik 3.2: Mögliche Preismodelle im natürlichen Monopol

3.3 Wassertarife in der weltweiten Praxis

Zwischen und innerhalb der einzelnen OECD-Länder herrscht eine beträchtliche Variation in der Preispolitik von Wasserversorgungen. Dies ist Ausdruck äusserst unterschiedlicher Anforderungen an die Wasserversorgungssysteme und der verschiedenartigsten institutionellen und kulturellen Rahmenbedingungen, die die Preisbildung mit beeinflussen. Dennoch sind in den meisten OECD-Ländern seit einigen Jahren Fortschritte zu verzeichnen beim Ziel, die Preissetzung von Wasserversorgungen effizienter, effektiver und gerechter zu gestalten (OECD, 1999a). Dies umfasst auch den Trend zur grossflächigen Installation von Wasserzählern. Sind Wasserzähler installiert, geschieht die Preisbildung mittels eines volumenabhängigen Verbrauchspreises oder eines Mehrstufentarifs, bestehend aus Grundgebühr und volumenabhängigem Verbrauchspreis. Der Verbrauchspreis berechnet sich mittels einer uniformen, einer abnehmenden oder einer zunehmenden Rate. Während die Kalkulation des Verbrauchspreises früher in weiten Teilen der Welt mittels einer abnehmenden Rate erfolgte, wird heutzutage aus ökologischen Gründen vermehrt ein uniformer oder ansteigender Satz

verwendet. Wie bereits erwähnt, fördert ein Verbrauchspreis mit abnehmender Rate den Wasserverbrauch, während eine zunehmende Rate zum sparsamen Umgang mit Wasser anregt. Die Tabelle (iii) im Anhang A liefert einen Überblick über die drei Tarifstrukturen bezüglich der Erfüllung der Eigenschaften Kostendeckung, ökonomische Effizienz, Gerechtigkeit und Erschwinglichkeit. Welche Tarifstruktur optimal ist, hängt von den jeweiligen ökonomischen und ökologischen Zielsetzungen einer Wasserversorgung ab.

Neben den verschiedenartigen Tarifstrukturen existieren auch Unterschiede in der Differenzierung und Handhabung von Kundengruppen. Während ein Teil der Wasserversorgungen dem Wasserverbrauch aller Nachfrager denselben Tarif zugrunde legen, wenden andere für verschiedene Nachfragergruppen unterschiedliche Preispläne an. Die Unterscheidung erfolgt in den meisten Fällen zwischen Privathaushalten und kommerziellen Nachfragern. In einigen Fällen werden innerhalb dieser Nachfragergruppen wiederum mehrere Preispläne angeboten, zugeschnitten auf die individuellen Bedürfnisse der Kunden. So sieht beispielsweise das englische Wasserversorgungsunternehmen „Anglian Water“ drei verschiedene Preispläne für private Nachfrager vor, und ein noch grösseres Spektrum an Tarifoptionen für kommerzielle Kunden⁷. Die Preispläne für Privatkunden sind im Allgemeinen so ausgelegt, dass für einen gewissen Grundverbrauch weniger bezahlt werden muss als für die diesen Grundverbrauch übersteigende Menge. Die Preispläne für kommerzielle Verbraucher orientieren sich meistens an deren mengenmässigen Bedürfnissen. Oft besteht hier der Tarif für kleine Nachfrager aus einer tiefen Grundgebühr und einem relativ hohen Verbrauchspreis und der Tarif für Grosskunden aus einer relativ hohen Grundgebühr und tiefem Verbrauchspreis.

3.4 Folgerungen für die Stadt Zürich

Aus den vorangegangenen Überlegungen lassen sich Folgerungen für die Modellierung eines neuen Tarifs für die Wasserversorgung Zürich ableiten.

(i) Grundlegendes Ziel

Die grundlegende Anforderung an einen neuen Tarif ist die hinreichende Generierung von Einnahmen zur Deckung des Totalaufwands der Wasserversorgung Zürich, unter den zwei

⁷ <http://www.anglianwater.co.uk>

Aspekten, dass kein signifikanter Gewinn erzielt und eine mögliche weitere Abnahme des Wasserverbrauchs in der Zukunft berücksichtigt wird.

(ii) Beibehaltung des Dreistufentarifs

Die Grundlage des Tarifs sollte auch weiterhin ein Mehrstufentarif bilden, bestehend aus Grundgebühr und einem oder mehreren volumenabhängigen Verbrauchspreisen. Durch diese Preissetzungsmethode werden die wahren Kosten der Wasserbereitstellung und -distribution am genauesten reflektiert. Durch die fixe Grundgebühr wird dem Konsumenten vermittelt, dass die Versorgung mit Wasser beachtliche Fixkosten mit sich bringt, welche unabhängig von der konsumierten Menge anfallen. Das variable Preiselement widerspiegelt die Grenzkosten für eine Einheit Wasser. Die Wasserversorgung Zürich hat keine Kapazitätsprobleme, und die ökologischen Kosten der Wasserbereitstellung halten sich in engen Grenzen. Daher hat der Tarif keine ökologische Funktion der Nachfragelenkung zu erfüllen. Aufgrund der geringen Preiselastizität der Nachfrage würde sich eine derartige Lenkungsfunktion des Preises ohnehin sehr schwierig gestalten. Eine ökologische Lenkungsfunktion der Nachfrage ausgeschlossen, kann bei der Modellierung ausschliesslich auf ökonomische und sozioökonomische Aspekte der Kostenzuteilung eingegangen werden.

(iii) Differenzierung von Nachfragergruppen

Die Verbrauchsgebühr ist heute, wie auch die Grundgebühr, einheitlich für sämtliche Nachfrager. Für den Überwasserverbrauch, d.h. den über der Zuteilung nach der Zählergrösse liegenden Verbrauch, muss pro Kubikmeter Wasser das Doppelte an Gebühren entrichtet werden gegenüber dem darunter liegenden Normalwasserverbrauch. Diese Vorgehensweise teilt den Wasserverbrauch in einen Grundverbrauch und einen massiv teureren Mehrverbrauch ein. Während eine solche Preissetzung für Privathaushalte aus sozialen Überlegungen durchaus sinnvoll ist, bleibt deren Berechtigung und Zweckmässigkeit für kommerzielle Nachfrager fraglich. Daher ist zu prüfen, ob es angebracht wäre, für unterschiedliche Kundengruppen unterschiedliche Tarife zu implementieren. Ein Preisplan mit auf einzelne Nachfragergruppen zugeschnittenen Tarifen ermöglicht die Berücksichtigung von differenzierten Zielsetzungen in der Preispolitik.

Die *Rechtfertigung einer Differenzierung* von Nachfragergruppen für die Preissetzung liegt in der doppelten Rolle des Guts Wasser – der Rolle des sozialen und des ökonomischen

Guts. Wasser ist insofern ein soziales Gut, als dass es essentiell ist für das menschliche Überleben. Gleick (1998) fordert sogar, dass Wasser explizit in die UN Deklaration der Menschenrechte aufgenommen werden sollte. Hingegen stellt das Gut Wasser ein ökonomisches Gut dar, wenn es für andere Haushaltszwecke, Dienstleistungen und in der Industrie verwendet wird. Die Bereitstellung von ausreichend Wasser für diese Zwecke ist weniger eine Frage des menschlichen Überlebens, sondern vielmehr eine Frage des zivilisatorischen Fortschritts. Diesen zwei unterschiedlichen Funktionen des Wassers sollte bei der Preissetzung Rechnung getragen werden, indem für private und kommerzielle Nutzer unterschiedliche Preispläne implementiert werden. Der Grundgedanke dabei ist, dass beide Gruppen ihre Gesamtkosten selber decken, innerhalb der Gruppen aber Quersubventionen aus sozialen Überlegungen, falls vorhanden, erlaubt sind. Ich schlage folgendes Preisschema vor.

Ein *zusätzlicher Vorteil* von getrennten Wasserzählern für private und kommerzielle Nachfrager bestünde in der grösseren Transparenz bei der Zuteilung der Wasserkosten auf die einzelnen Parteien in jenen Liegenschaften, in denen sowohl Wohnungen als auch Firmen untergebracht sind. Wird ein Gebäude für Wohn- und Geschäftszwecke verwendet, stellt sich gezwungenermassen die Frage der Verteilung der Wasserkosten unter den Parteien. Während ein Zweipersonenhaushalt pro Jahr ungefähr 120m^3 Wasser verbraucht (WVZ, 2005b), beträgt der Jahreswasserverbrauch beispielsweise einer kleinen Bäckerei über $10'000\text{m}^3$ (North Carolina Cooperative Extension Service, 1996). Beim aktuellen Verbrauchspreis von CHF 1.44 hätte der Zweipersonenhaushalt eine jährliche Verbrauchsgebühr von CHF 172.80 zu entrichten, während sich die Verbrauchsgebühr der Bäckerei auf über CHF 14'000 beläuft (Berechnungsgrundlage: Normalwasserverbrauchsgebühr). Für die Verteilung der Wasserkosten unter den einzelnen Parteien einer Liegenschaft ist der jeweilige Eigentümer verantwortlich. Sind in einer Liegenschaft Wohnpartien *und* Geschäfte oder Firmen untergebracht, werden in Zürich zur Aufteilung der Wasserkosten hauptsächlich zwei verschiedene Methoden angewendet: ein Teil der Liegenschaftsverwalter lässt für die kommerziellen Betriebe bereits heute einen eigenen Wasserzähler installieren und die Betriebe haben damit ihre eigene Wasserrechnung zu entrichten. Andere Verwalter verrechnen für die Betriebe Pauschalbeträge, welche auf Schätzungen bzw. Erfahrungswerten beruhen. Auf Erfahrungswerten basierende Pauschalbeträge widerspiegeln nicht den tatsächlichen Wasserverbrauch und sind demnach nicht effizient im ökonomischen Sinne. Die konsequente Verwendung von Wasserzählern für kommerzielle Nachfrager wäre demnach gerechtfertigt.

Ein praktisches Problem bei der Differenzierung von privaten und kommerziellen Konsumentengruppen besteht darin, dass heute aufgrund der Situation der installierten Wasserzähler diese Unterscheidung nicht für jede Liegenschaft gemacht werden kann. Es müsste geprüft werden, ob der ökonomische Nutzen aus der Differenzierung von Kundengruppen den Kostenaufwand von zusätzlich zu installierenden Wasserzählern rechtfertigen würde oder nicht.

Private Nachfrager

Aus den vorangegangenen sozioökonomischen Überlegungen ist es sinnvoll, den Wasserverbrauch von Privathaushalten in einen billigen Grundverbrauch und einen teureren Mehrverbrauch aufzuteilen. Der Grundverbrauch soll die menschlichen Grundbedürfnisse abdecken (Ernährung und Hygiene). In den Bereich des Mehrverbrauchs fallen alle anderen Verwendungen von Wasser im Haushalt, beispielsweise die Bewässerung von Gärten, der Unterhalt von privaten Schwimmbädern, Autoreinigung etc. Gesamthaft deckt die Gruppe der privaten Nachfrager ihre erzeugten Kosten damit selbst, innerhalb der Gruppe erfolgt aber eine Quersubvention der Zahlungen für den Grundverbrauch durch die des Luxusverbrauchs. Für die privaten Nachfrager kann somit der bestehende Tarif beibehalten werden, jedoch müssen einige Anpassungen vorgenommen werden: Jedes Element des Tarifs soll in möglichst direktem Zusammenhang mit dem tatsächlichen Wasserverbrauch und den dabei anfallenden Kosten stehen. Die Gebäude- und die Leistungsgebühr sind, wie weiter oben diskutiert, in diesem Rahmen nicht gerechtfertigt und sollten in Zukunft nicht mehr als Berechnungsgrundlage der Grundgebühr dienen. Alternativen für eine neue, effizientere Vorgehensweise müssen evaluiert und diskutiert werden.

Kommerzielle Nachfrager

Die Verwendung von Wasser ist innerhalb der Gruppe der kommerziellen Nachfrager ausschliesslich ökonomischer Natur. Der teurere Überwasserverbrauch ist deshalb nicht gerechtfertigt, da dies zu einer Quersubventionierung zwischen einzelnen Nachfragergruppen führen kann. Die Rate des Verbrauchspreises sollte demzufolge uniformer Natur sein. Während die gesamte Gruppe Wasser zwar einheitlich als ökonomisches Gut verwendet, variieren die *Grössenverhältnisse* des Wasserverbrauchs in der Gruppe der kommerziellen Nachfrager jedoch äusserst stark. Die Gruppe beinhaltet kleine Nachfrager wie kleine, rein administrativ tätige Dienstleistungsunternehmen bis hin zu grossindustriellen Herstellungsbetrieben. Daher ist im Rahmen eines nichtlinearen Tarifs zu prüfen, ob aus Effizienzgründen ein Spektrum

von verschiedenen Preisplänen, zugeschnitten auf die Bedürfnisse der Nachfrager, implementiert werden sollte.

Im Folgenden werden die Tarife für kommerzielle und private Nachfrager im Detail diskutiert. Für kommerzielle Nachfrager wird ein neues Tarifschema beschrieben, modelliert und ausführlich diskutiert. Für private Nachfrager wird die alte Tarifstruktur beibehalten, welche jedoch auf deren Effizienz geprüft wird. Daraus werden schliesslich mögliche Verbesserungsvorschläge abgeleitet.

4 Kommerzielle Nachfrager: Modellierung des neuen Tarifschemas

4.1 Möglichkeiten und Grenzen bei der Modellierung

Zur Modellierung eines möglichen Tarifschemas für kommerzielle Nachfrager werden im Folgenden als erstes mittels eines Optimierungsproblems die Gleichungen für die Tarifkomponenten Grundgebühr, E und Verbrauchspreis, p hergeleitet. Diese werden anschliessend interpretiert, und schliesslich folgt ein Anwendungsbeispiel für den Tarif.

In der vorliegenden Arbeit sind der Modellierung klare Grenzen gesetzt. Die aus dem Optimierungsproblem hervorgehenden Gleichungen für E und p sind *impliziter* Natur, d.h. einige ihrer Elemente sind Funktionen, deren mathematische Form nicht bekannt ist. Die *explizite* Ausformulierung dieser Funktionen wäre mit einem erheblichen Aufwand und einer umfangreichen Analyse empirischer Daten verbunden. Zusätzlich würden für die expliziten Gleichungen die numerischen Grössen von Parametern benötigt, die ebenfalls mittels Daten der Wasserversorgung Zürich empirisch geschätzt werden müssten; ein Beispiel für eine solche Grösse ist die Preiselastizität der Nachfrage. Diese empirischen Schätzungen würden jedoch den Umfang der vorliegenden Arbeit sprengen. Nichtsdestotrotz liefern die aus dem Optimierungsproblem hervorgehenden Gleichungen für die Tarifkomponenten E und p aussagekräftige Informationen. Die numerischen Grössen von E und p können zwar nicht bestimmt werden, die Gleichungen können jedoch interpretiert werden. Zum einen kann die Intuition bezüglich der Gleichungen diskutiert werden, indem das Verhalten ihrer Parameter untersucht wird, wenn die abhängige Variable, q_i , verändert wird. Zum anderen können die Theorie der ‚second-best‘ Preise hinzugezogen und die Gleichungen in deren Rahmen diskutiert werden.

4.2 Das Optimierungsproblem

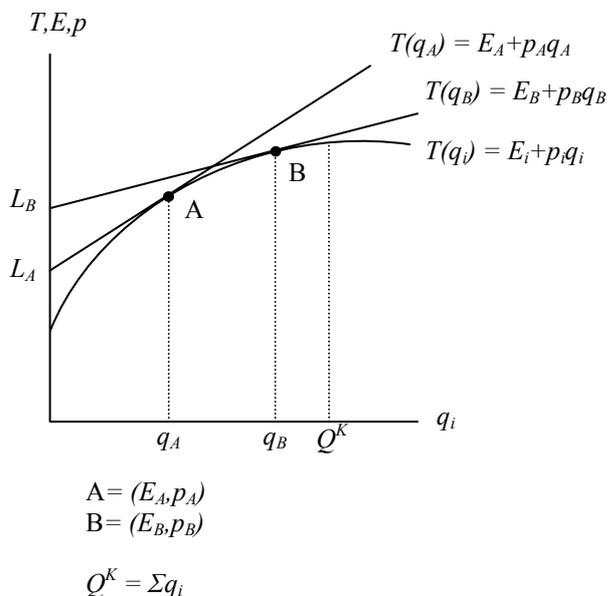
i) Einleitung

Jeder Tarif $T(q_i)$ besteht aus einer Fixgebühr $E(q_i)$ und einer Verbrauchsgebühr $p(q_i)$. Das Tarifsystem soll dergestalt modelliert sein, dass ein kleiner Nachfrager eine tiefe Fixgebühr und einen relativ hohen Verbrauchspreis zu entrichten hat, und einem grossen Nachfrager eine hohe Fixgebühr und ein tiefer Verbrauchspreis verrechnet werden. Der Verbrauchspreis darf

allerdings in keinem Fall tiefer sein als die Grenzkosten, c . Dies bedeutet für ein Schema mit n verschiedenen Tarifen:

$$\begin{array}{l}
 q_1(p) < q_2(p) < \dots < q_n(p), \quad p = (p_1, \dots, p_n) \\
 p_1 > p_2 > \dots > p_n \geq c \\
 0 \leq E_1 < E_2 < \dots < E_n \\
 T(q_i) = E(q_i) + p(q_i)q_i
 \end{array}$$

$T(q_i)$ ist im Intervall $(0, Q^K)$ eine Funktion mit positivem, abnehmendem Grenzpreis, d.h. $T'(q_i) > 0$ und $T''(q_i) < 0$:



Grafik 4.1: Tarifschema aus n Tarifen $T(q_i)$ für $i=1, \dots, n$. Vereinfachte, schematische Darstellung.

Da die Höhe der Fixgebühr $E(q_i)$ von der nachgefragten Menge Wasser abhängt, steuert jeder Nachfrager einen angemessenen Beitrag zur Fixkostendeckung bei. Dies ist in einem Versorgungsnetz wie einer Wasserversorgung, welches durch hohe Fixkosten charakterisiert ist, von zentraler Bedeutung.

In der Theorie wird jedem q_i ($i=1, \dots, n$) ein eigener Tarif zugeordnet. Aus Gründen der einfacheren administrativen Handhabung muss für die Praxis ein Menu aus s Zweistufentarifen approximiert werden ($s < n$). Ein solches Menu besteht im Wassersektor meist aus etwa drei bis fünf Tarifen. In vielen Fällen werden die Bandbreiten der einzelnen Tarife grösser mit zunehmender Menge. Die Tarife unterscheiden sich oft dergestalt, dass die Fixgebühr mit

zunehmender Menge steigt und der Verbrauchspreis sinkt⁸. Der Grenzpreis ist abnehmend, falls die Fixgebühr weniger stark ansteigt als der Verbrauchspreis sinkt. In einem solchen Tarifsysteem bezahlen die grossen Nachfrager einen tieferen Durchschnittspreis für eine Einheit Wasser als die kleinen Nachfrager. Ob diese Eigenschaft gerechtfertigt oder sogar erwünscht ist, wird hier nicht diskutiert. Eine mögliche Rechtfertigung dafür wäre im Falle sinkender Grenzkosten von Wasserlieferungen, dass die Durchschnittskosten eines Grossabnehmers kleiner sind als die eines kleinen Nachfragers.

ii) Vorgehensweise bei der Optimierung

Gesucht sind die wohlfahrtsmaximierenden Grössen für $T(q_i)$ für $i=1, \dots, n$. Das Vorgehen ist wie folgt: Als erstes werden die Wohlfahrtsfunktion und die dazugehörigen Restriktionen festgelegt. In der vorliegenden Arbeit ist die Wohlfahrt definiert als soziale Wohlfahrt, also die Summe der Konsumenten- und Produzentenrente. Die einzige Restriktion im Modell besteht darin, dass das Unternehmen keinen Gewinn einfahren darf. Die Produzentenrente ist damit gleich Null und die Wohlfahrtsfunktion kann allein mittels der Konsumentenrente ausgedrückt werden. Die Produzentenrente wird in der Nebenbedingung gleich null gesetzt und als Nullgewinnbedingung bezeichnet (eine Produzentenrente, die gleich null ist impliziert, dass das Unternehmen gerade soviel Ertrag erwirtschaftet, als es benötigt, um seine Totalkosten zu decken).

Als formaler Ansatz für dieses Optimierungsproblem mit einer Nebenbedingung wird die Multiplikatormethode von Lagrange verwendet, wobei die Nebenbedingung mittels eines Multiplikators λ in das Optimierungsproblem eingebracht wird (Rommelfanger, 1999). Mittels der partiellen Differentiation dieser Lagrange-Funktion werden die Bedingungen erster Ordnung ermittelt, welche implizit die Lösung des Optimierungsproblems darstellen.

iii) Definition der verwendeten Variablen

q_i	Wasserverbrauch eines kommerziellen Nachfragers i
n	Anzahl kommerzieller Nachfrager ($i=1, \dots, n$)
Q^K	Gesamtwasserverbrauch der kommerziellen Nachfrager ($Q^K = \sum q_i$)
$C(Q^K)$	Gesamtkostenanteil der Gruppe der kommerziellen Nachfrager an den Gesamtkosten des Unternehmens

⁸ Ein Beispiel eines solchen Tarifsystems (Tarifsysteem der ‚Anglian Water‘) kann dem Teil iii) vom Anhang C entnommen werden.

K	Gesamtfixkosten des Unternehmens ($K=K^K + K^H$)
K^K	Fixkostenanteil der Gruppe der kommerziellen Nachfrager an Gesamtfixkosten
K^H	Fixkostenanteil der Gruppe der privaten Nachfrager an Gesamtfixkosten
c	Grenzkosten pro Einheit q
G	Gesamtersterlös des Unternehmens (Erlös, der nicht aus Wasserverkauf stammt) ($G = G^K + G^H$)
G^K	Resterlösanteil der Gruppe der kommerziellen Nachfrager
G^H	Resterlösanteil der Gruppe der privaten Nachfrager
$E(q_i)$	jährliche Fixgebühr pro nachgefragte Menge q_i
$p(q_i)$	Verbrauchsgebühr pro m^3 Wasser pro nachgefragte Menge q_i

iv) Produzentenseite

Die Kostenfunktion des Unternehmens wird der Einfachheit halber als linear angenommen. Daraus folgt, dass die Grenzkosten konstant sind. Die Kostenfunktion $C(Q^K)$, welche die Kosten der kommerziellen Nachfrage nach Wasser ausdrückt, lautet:

$$(1) \quad C(Q^K) = K^K + cQ^K \quad \text{mit} \quad Q^K = \sum_{i=1}^n q_i \quad \text{und} \quad K^K = \frac{K}{Q} Q^K$$

Die Totalkosten der kommerziellen Nachfrager $C(Q^K)$ setzen sich zusammen aus dem Fixkostenblock K^K und den variablen Kosten cQ^K .

Der Erlös $R(Q^K)$ besteht aus den Einnahmen aus den Wasserlieferungen und dem Resterlös. Die Einnahmen aus den Wasserlieferungen wiederum sind definiert als Summe der Wasserzahlungen $T(q_i)$ der n kommerziellen Nachfrager. $T(q_i)$ ist ein Zweistufentarif, bestehend aus Fixgebühr $E(q_i)$ plus Verbrauchspreis mal verbrauchte Menge $p(q_i)q_i$.

$$(2) \quad R(Q^K) = \sum_{i=1}^n T(q_i) + G^K$$

$$(3) \quad T(q_i) = E(q_i) + p(q_i)q_i$$

Die Produzentenrente PR ist die Differenz der Gesamteinnahmen minus Gesamtausgaben:

$$(4) \quad PR = R(Q^K) - C(Q^K)$$

Die Auflagen des Zürcher Gemeinderats verlangen, dass sich der jährliche Nettoerlös des Unternehmens auf Null beläuft, also kein Gewinn erwirtschaftet wird. Dies führt zur Nebenbedingung des Maximierungsproblems, der Nullgewinnbedingung:

$$(5) \quad R(Q^K) - C(Q^K) = 0$$

(5) in Abhängigkeit von q_i ausgedrückt lautet:

$$(6) \quad \sum_{i=1}^n [E(q_i) + p(q_i)q_i] + G^K - K^K - \sum_{i=1}^n cq_i = 0$$

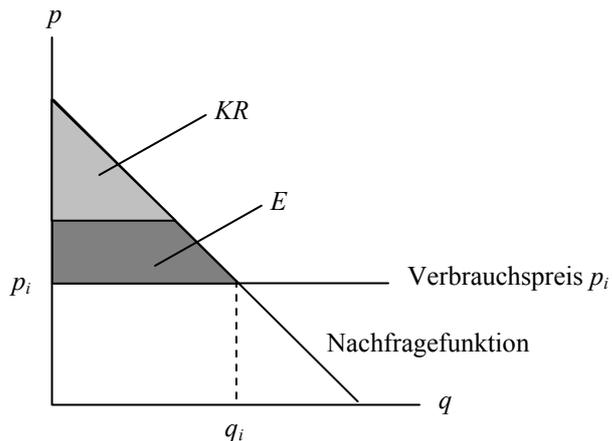
v) Nachfragerseite

Der Wohlfahrtsgewinn eines Konsumenten wird als Konsumentenrente KR bezeichnet. Sie berechnet sich aus der Differenz der maximalen Zahlungsbereitschaft für die Nachfrage eines Konsumenten, q_i^* , minus den für den Kauf zu entrichtenden Betrag, $E(q_i) + p(q_i)q_i^*$. Dementsprechend realisiert der Konsument beim Preis p_i den Wohlfahrtsgewinn $U(q_i^*) - E(q_i) - p(q_i)q_i^*$.

Die Konsumentenrente KR , ausgedrückt mittels der inversen Nachfragefunktion $p(q_i)$ lautet⁹:

$$(7) \quad KR(q_i) = \int_0^{q_i} p(\tilde{q})d\tilde{q} - p(q_i)q_i - E(q_i)$$

⁹ Die explizite Form der Nachfragefunktion $q(p)$ und der inversen Nachfragefunktion $p(q)$ ist nicht bekannt, daher wird zur Berechnung die implizite Funktion verwendet. Während die Konsumentenrente mittels der Nachfragefunktion $q(p)$ berechnet wird, indem die Funktion $q(p)$ über dem Intervall $[p, \infty]$ integriert wird, müssen die inverse Nachfragefunktion $p(q)$ über dem Intervall $[q, 0]$ integriert und die Ausgaben für q abgezogen werden.



Grafik 4.2: Konsumentenrente KR eines Konsumenten beim Zweistufentarif $T(p, E)$. E darf die Höhe der Konsumentenrente nicht übersteigen, sonst fährt der Konsument einen negativen Gewinn ein. Dies würde bedeuten, dass er $q_i=0$ nachfragt.

vi) Soziale Wohlfahrt und Maximierungsproblem

Die soziale Wohlfahrt (W) setzt sich zusammen aus der Summe der Konsumentenrente (KR) und der Produzentenrente (PR):

$$(8) \quad W = KR + PR$$

Da das Unternehmen keinen Gewinn erzielen darf, ist die Produzentenrente PR gleich Null und die soziale Wohlfahrt reduziert sich auf die Konsumentenrente KR (Brown/Sibley, 1986:40). Die oben bereits angeführte Nullgewinnbedingung wird mittels einer Nebenbedingung in das Problem eingebracht. Das Maximierungsproblem, bestehend aus Wohlfahrtsfunktion und Nebenbedingung lautet damit:

$$(9) \quad \max W = \sum_{i=1}^n \left[\int_0^{q_i} p(\tilde{q}) d\tilde{q} - E(q_i) - p(q_i)q_i \right]$$

$$s.t. \quad R(Q^K) - C(Q^K) = 0$$

Aus den zwei Funktionen von (9) wird nun die Lagrange-Funktion L aufgestellt, welche anschliessend maximiert wird. Die Nebenbedingung wird mittels des Lagrange-Multiplikators λ eingefügt:

$$(10) \quad \max L = \sum_{i=1}^n \left[\int_0^{q_i} p(\tilde{q}) d\tilde{q} - E(q_i) - p(q_i)q_i \right] - \lambda \left(\sum_{i=1}^n [E(q_i) + p(q_i)q_i] + G^K - K^K - \sum_{i=1}^n cq_i \right)$$

Um die wohlfahrtsmaximierenden Werte von E und p zu erhalten, wird die Funktion L nach den beiden Variablen q_i und λ partiell differenziert. Mittels partieller Differentiation von (10) erhält man somit die zwei Bedingungen erster Ordnung, (11) und (12):

$$(11) \quad \frac{dL}{dq_i} = p(q_i) - E'(q_i) - p(q_i) - p'(q_i)q_i - \lambda E'(q_i) - \lambda p(q_i) - \lambda p'(q_i)q_i + \lambda c = 0$$

$$(12) \quad \frac{dL}{d\lambda} = \sum_{i=1}^n [E(q_i) + p(q_i)q_i] + G^K - K^K - \sum_{i=1}^n cq_i = 0$$

Diese zwei Bedingungen ergeben umgeformt implizit die Werte für $p(q_i)$ und $L(q_i)$ ¹⁰:

$$(13) \quad p(q_i) = c - (E'(q_i) + p'(q_i)q_i) \left(\frac{1+\lambda}{\lambda} \right)$$

$$(14) \quad E(q_i) = \frac{K^K}{Q^K} q_i + cq_i - \frac{G^K}{Q^K} q_i - p(q_i)q_i$$

4.3 Interpretation der Bedingungen erster Ordnung

Die mittels der Lagrange-Methode erhaltenen Gleichungen (13) und (14) für p und E beschreiben für jedes q_i denjenigen Tarif $T(p,E)$, welcher die soziale Wohlfahrt maximiert unter der Nebenbedingung, dass das Unternehmen keinen Gewinn einfährt. Die zwei Gleichungen sind von impliziter Form, d.h. einige ihrer Komponenten sind wiederum Funktionen von q . Die explizite Ausformulierung von (13) und (14) würde aufgrund der dafür benötigten Informationen den Rahmen dieser Arbeit übersteigen und wird daher nicht vorgenommen. Nichtsdestotrotz stellen diese impliziten Gleichungen wichtige Informationslieferanten dar, denn sie

¹⁰ Umformung siehe (i) und (ii), Anhang C

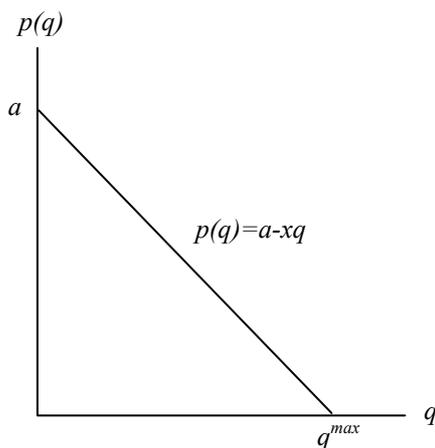
können auch ohne die Angabe der expliziten Werte interpretiert werden. Eine solche Interpretation wird im Folgenden vorgenommen.

i) $p(q)$ und die Interpretation der Gleichung (13)

Die Diskussion einer derart komplexen Gleichung bedarf einer gewissen Systematik. Für die nachfolgende Interpretation wird ein ‚top-down‘-Ansatz gewählt, d.h. es wird mit der Interpretation der gesamten Formel begonnen und dann kontinuierlich zur Analyse der Details übergegangen.

Der Verbrauchspreis p als Funktion von q

Die Gleichung (13) für den Verbrauchspreis p ist eine Funktion der Menge q . Aufgrund der beabsichtigten Struktur des Tarifs $T(p,E)$ (abnehmender Verbrauchspreis p und zunehmende Fixgebühr E mit steigendem q) soll p abnehmend sein mit zunehmendem q . Der Verbrauchspreis p ist also eine positive, abnehmende Funktion von q . Die untere Grenze von p ist per Annahme definiert – p darf nicht kleiner als die Grenzkosten c sein. Dies folgt aus der Absicht, dass der Verbrauchspreis annäherungsweise die Grenzkosten widerspiegeln und diese darum in keinem Fall unterschreiten sollte. Außer, dass p eine positive, abnehmende Funktion von q mit der Untergrenze c ist, ist über die mathematische Form der Funktion aufgrund der vorhandenen Informationen nichts bekannt. Zur Illustration des Sachverhalts wird nun die Funktion p in ihrer einfachstmöglichen Form, d.h. p als lineare Funktion von q , graphisch dargestellt:



Grafik 4.3: Grafische Darstellung des Verbrauchspreises p als lineare Funktion von q . Eine mögliche lineare Funktion für den Verbrauchspreis p lautet $p(q)=a-qx$. Die Ableitung erster Ordnung, und damit die Steigung der Geraden, ist $-x$. Per Annahme darf der Verbrauchspreis p die Grenzkosten c nicht unterschreiten, was gleichbedeutend ist mit: $a - xq^{max} \geq c$

Die Komponenten von $p(q_i)$

Die Gleichung (13) ist aus zwei Teilen zusammengesetzt. Den ersten Teil bilden die Grenzkosten für eine Einheit Wasser, c . Da c per Annahme konstant ist, verändert sich dieser erste Teil der Gleichung nicht, wenn q verändert wird.

Der zweite Teil von (13) ist ein Produkt aus den zwei Komponenten $(E'(q_i) + p'(q_i)q_i)$ und $((1 + \lambda)(1/\lambda))$. Da c eine positive Konstante ist, muss $(E'(q_i) + p'(q_i)q_i)((1 + \lambda)(1/\lambda))$ negativ und zunehmend in q sein (oder im absoluten Betrag abnehmend in q). Dies gewährleistet, dass p abnimmt mit zunehmendem q . Zudem wird der Verbrauchspreis p unter dieser Bedingung niemals die Grenzkosten unterschreiten, da der Preisaufschlag auf c gemäss den genannten Folgerungen über $(E'(q_i) + p'(q_i)q_i)((1 + \lambda)(1/\lambda))$ in keinem Fall negativ ist.

Der Term $((1+\lambda)(1/\lambda))$ und die Theorie der Ramsey-Preise

Für die Interpretation des Terms $((1 + \lambda)(1/\lambda))$ muss ein Exkurs in die Theorie der Ramsey-Preissetzung vorgenommen werden¹¹. Unter Ramsey-Preisen versteht man generell die zweitbeste (second-best) Lösung bei der Regulierung eines natürlichen Monopols. Natürliche Monopole entstehen dann, wenn bei der Produktion hohe Fixkosten und vergleichsweise geringe variable Kosten entstehen, im relevanten Bereich also stetig fallende Durchschnittskosten vorherrschen. Die wohlfahrtsoptimierende first-best Lösung (d.h. der Preis wird den Grenzkosten gleichgesetzt) kann nicht implementiert werden aufgrund der Kostenstruktur des natürlichen Monopols: Wegen der hohen Fixkosten liegen die Durchschnittskosten über den Grenzkosten, folglich kann das Unternehmen nicht kostendeckend arbeiten, wenn der Preis gleich den Grenzkosten gesetzt werden muss. Mit der Ramsey-Preissetzung existiert ein Instrument, mit welchem die Gesamtwohlfahrt von Produzenten und Konsumenten maximiert werden kann unter der Nebenbedingung von kostendeckenden Preisen (diese Nebenbedingung wird auch break-even-Bedingung genannt). Wohlfahrtsoptimierende Preise unter der break-even-Nebenbedingung werden second-best Preise genannt.

¹¹ Zur Theorie der Ramsey-Preise und generell zur optimalen Preissetzung unter einer break-even-Bedingung existiert eine große Anzahl von Arbeiten. Zu den Wichtigsten zählen: Ramsey (1927), Boiteux (1956), Baumol/Bradford (1970), Oi (1971), Feldstein (1972), Ng/Weisser (1974), Schmalensee (1981), Goldman/Leland/Sibley (1984) und Maskin/Riley (1984).

Die Herleitung der second-best Preise erfolgt mittels der Lagrange-Methode, wobei die Wohlfahrt maximiert wird, gegeben die break-even-Bedingung:

$$(15) \quad \max_{[p_1, p_2, \dots, p_n]} KR + PR \quad s.t. \quad PR \geq R^* \quad \text{mit } R^* = \text{Totalkosten}$$

Aus der Umformulierung der Bedingungen erster Ordnung folgt die Ramsey-Preisregel:

$$(16) \quad \frac{p_i(q) - c_i(q)}{p_i(q)} = \frac{\alpha}{\eta_i(p(q), q)} \quad \text{mit } \alpha \equiv \frac{\lambda}{1 + \lambda}$$

Die Gleichung (16) wird ‚Inverse Elastizitätenregel‘ (IER) und α wird ‚Ramsey-Zahl‘ genannt. η ist die Preiselastizität der Nachfrage; der Index i bezeichnet die verschiedenen Märkte oder Nachfragergruppen, die bedient werden.

Wenn einzelne Nachfragergruppen oder Märkte untereinander unterschiedliche, aber innerhalb der Gruppen/Märkte relativ homogene Preiselastizitäten der Nachfrage aufweisen, kann mittels dieser Preiselastizitäten eine Preisdiskriminierung vorgenommen werden. Die IER besagt, dass der Preiszuschlag auf die Grenzkosten umgekehrt proportional ist zur Preiselastizität der Nachfrage. Im Falle eines Produkts mit Gruppen unterschiedlicher Preiselastizitäten (mehrere Märkte oder differenzierbare Nachfragergruppen) besagt die Inverse Elastizitätenregel, dass der Aufschlag auf die Grenzkosten desto höher ist, je geringer die Nachfrage auf eine relative Preisänderung reagiert, d.h. je unelastischer die Nachfrage ist. Die Intuition bezüglich der Ramsey-Preissetzung besteht darin, dass die optimale Struktur der Preiszuschläge auf die Grenzkosten bei Märkten/Konsumentengruppen mit unterschiedlichen Preiselastizitäten proportionale Mengenanpassungen induzieren soll.

Auf die Aufführung der Preiselastizität der Nachfrage η in der Gleichung (13) für den Verbrauchspreis $p(q_i)$ wird an dieser Stelle verzichtet, da keine Preisdiskriminierung nach Konsumentengruppen vorgenommen werden soll. Eine Interpretation von $p(q_i)$ mittels der Preiselastizität der Nachfrage η wird im Teil ii) weiter unten behandelt. Im Gegensatz zur Inversen Elastizitätenregel ist η in (13) also nicht aufgeführt. Ein Term, der sowohl in (13) als auch in der Formel der IER vorhanden ist, ist die Ramsey-Zahl α . Die Gleichung (13) ausgedrückt mit α ergibt:

$$(17) \quad p(q_i) = c - \frac{1}{\alpha} (E'(q_i) + p'(q_i)q_i) \quad \text{mit} \quad ((1 + \lambda)(1/\lambda)) = 1/\alpha$$

Zum Verständnis der Intuition bezüglich α muss zunächst die Bedeutung von λ erläutert werden. Im Rahmen der IER steht der Lagrange-Multiplikator λ für die Opportunitätskosten des Firmengewinns. λ ist dann ein Maß für die Abnahme (Zunahme) der Gesamtwohlfahrt, wenn der Firmengewinn um 1 Einheit erhöht (vermindert) wird. Ist λ klein, geht die Ramsey-Zahl gegen 0, und die Preise sind nahe bei den Grenzkosten. Ist λ groß, geht α gegen 1, und die Preise nähern sich den Preisen eines gewinnmaximierenden Monopolisten. α ist immer eine Zahl zwischen null und eins. Im Zusammenhang mit der Kostenstruktur bedeutet ein α nahe bei 1, dass hohe Fixkosten zu decken sind und ein α nahe bei 0, dass die Fixkosten relativ tief sind und daher fast Grenzkostenpreise gesetzt werden können. Die Ramsey-Preissetzung ist damit eine Verallgemeinerung der beiden Prinzipien Monopolpreissetzung und Grenzkostenpreissetzung. Zwischen diesen zwei Extremen umfasst die Ramsey-Preissetzung ein breites Spektrum an Möglichkeiten, welche den verschiedenen Einnahmeanforderungen einer Firma entsprechen.

Die Ramsey-Zahl α ist abhängig vom Anteil des Fixkostenblocks an den Gesamtkosten. Da der Fixkostenanteil bei Wasserversorgungen relativ hoch ist, ist α dementsprechend nahe bei 1. Für Gleichung (17) bedeutet dies, dass der Term $(E'(q_i) + p'(q_i)q_i)$ mit einem Faktor grösser als 1 multipliziert wird. Befindet sich α beispielsweise zwischen 1 und 0.5, wird $(E'(q_i) + p'(q_i)q_i)$ mit einem Faktor zwischen 1 und 2 multipliziert.

Der Term $(E'(q_i) + p'(q_i)q_i)$

Wie bereits erläutert, muss $(E'(q_i) + p'(q_i)q_i)((1 + \lambda)(1/\lambda))$ negativ und zunehmend in q sein. Wie sich vorangehend herausgestellt hat, ist $((1 + \lambda)(1/\lambda)) = 1/\alpha$ eine positive Konstante grösser als eins. Dies lässt darauf schliessen, dass $(E'(q_i) + p'(q_i)q_i)$ negativ und zunehmend in q sein muss. Der Term lässt sich unterteilen in die zwei Teile $E'(q_i)$ und $p'(q_i)q_i$:

$E'(q_i)$

Aus der Intuition bezüglich der Form der Funktion der Fixgebühr $E(q_i)$ kann auf die Eigenschaften von $E'(q_i)$ geschlossen werden. Da die Fixgebühr für jedes $q_i > 0$ positiv und mit

steigendem q_i zunehmend sein soll, ist $E(q_i)$ annahmegemäss eine positive, zunehmende Funktion von q_i . Daraus folgt, dass die Ableitung 1. Ordnung, $E'(q_i)$, grösser als null ist:

$$(18) \quad E'(q_i) > 0$$

Über weitere Eigenschaften von $E(q_i)$, d.h. deren Ableitungen höherer Ordnung kann mittels der vorhandenen Informationen bzw. Annahmen nichts ausgesagt werden. Damit ist auch unklar, ob die Ableitung 2. Ordnung grösser, kleiner oder gleich null ist, d.h. ob $E(q_i)$ linearer, konvexer oder konkaver Form oder eine Mischform davon ist.

$p'(q_i)q_i$

Gegeben, dass $E'(q_i)$ grösser null ist, muss darauf geschlossen werden, dass $p'(q_i)q_i$ negativ und im Absolutbetrag grösser als $E'(q_i)$ ist für jedes q_i .

$$(19) \quad p'(q_i)q_i < 0 \quad \text{mit} \quad |p'(q_i)q_i| > E'(q_i)$$

(19) ist eine notwendige Bedingung dafür, dass der Term $(E'(q_i) + p'(q_i)q_i)$ wie gefordert negativ wird. Die Ableitung 1. Ordnung vom Verbrauchspreis, $p'(q_i)$, muss dementsprechend negativ sein, und multipliziert mit q_i im Absolutbetrag für jedes q_i grösser als $E'(q_i)$. Für die Funktion $p(q_i)$ bedeutet dies, dass sie eine negative Steigung aufweist. Ein Beispiel für eine lineare Form von $p(q_i)$ wurde weiter oben bereits aufgeführt. Wie bei der Funktion $E(q_i)$ liegen auch bei $p(q_i)$ nicht genügend Informationen vor, um die Funktion weiter zu spezifizieren, d.h. die Eigenschaften der Ableitungen höheren Grades zu bestimmen.

ii) Die Interpretation von $p(q_i)$ mittels der Inversen Elastizitätenregel

Die Gleichung (13) für $p(q)$ kann auch mittels der Inversen Elastizitätenregel (IER), auch bekannt als Ramsey-Preisregel oder Ramsey-Boiteux-Preisregel, interpretiert werden. Dafür wird die Preiselastizität der Nachfrage (η) benötigt. Diese ist definiert als:

$$(20) \quad \eta = -\frac{\partial q}{\partial p(q)} \cdot \frac{p(q)}{q}$$

Durch Umformung von (13) und Einsetzen von η und α erhält man¹²:

$$(21) \quad \frac{p(q_i) - c}{p(q_i)} = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{1}{\eta} - \frac{E'(q_i)}{p(q_i)} \right)$$

Gleichung (21) stimmt mit der elementaren Form der IER überein, mit den zwei Abweichungen, dass erstens anstelle von α dessen Kehrwert aufgeführt ist, und dass zweitens auf der rechten Seite $E'(q_i)$ und $p(q_i)$ aufgeführt sind (vgl. (16) für die elementare Form der IER). Diese Abweichung ist auf die verwendete Tarifstruktur zurückzuführen. Während die IER in deren elementaren Form alleine mittels eines Verbrauchspreises $p(q)$ hergeleitet wird, wurde in der vorliegenden Arbeit ein Zweistufentarif aus Verbrauchspreis und Fixgebühr verwendet. Dies bringt eine Abhängigkeit von $E'(q_i)$ und $p(q_i)$ in die rechte Seite der Gleichung. Identisch bei der Interpretation dieser zwei Gleichungen ist, dass der Preisaufschlag auf die Grenzkosten (engl. ‚markup‘) abhängig ist von der Ramsey-Zahl und der Preiselastizität der Nachfrage.

Soll die Preiselastizität der Nachfrage als Preissetzungsregel verwendet werden, muss sie genauer spezifiziert werden. Es muss somit bestimmt werden, nach welchen Kriterien mittels dieser Preiselastizität diskriminiert werden soll bzw. werden kann. Damit eine derartige Diskriminierung vorgenommen werden kann, müssen die Preiselastizitäten innerhalb der definierten Gruppen relativ homogen sein, die Preiselastizitäten der einzelnen Gruppen sich aber signifikant unterscheiden. Die Nachfragergruppen und deren Preiselastizitäten müssen mittels einer empirischen Analyse evaluiert werden, ansonsten können nur Vermutungen angestellt werden. Im Falle der Wassernachfrage von kommerziellen Kunden wäre es beispielsweise denkbar, dass sich η unterscheidet für unterschiedliche Mengen von nachgefragtem Wasser. Zu prüfen wäre auch, ob die Diskriminierung über unterschiedliche Kategorien von Unternehmen vorgenommen werden könnte (Kleinbetriebe vs. Grossbetriebe, Art des Betriebs etc.). Vor allem aber muss zuerst hinterfragt werden, ob eine Preisdiskriminierung nach Kundengruppen überhaupt wünschbar ist.

¹² Umformung siehe (iii), Anhang C

Schließlich kann Gleichung (21) nach dem Verbrauchspreis $p(q_i)$ aufgelöst werden¹³:

$$(22) \quad p(q_i) = \frac{c - \frac{E'(q_i)}{\alpha}}{1 - \frac{1}{\eta\alpha}}$$

Als einziges implizites Element in der Gleichung für $p(q_i)$ bleibt die Ableitung 1. Ordnung der Fixgebühr E .

iii) $E(q_i)$ und die Interpretation der Gleichung (14)

$$(14) \quad E(q_i) = \frac{K^K}{Q^K} q_i + cq_i - \frac{G^K}{Q^K} q_i - p(q_i)q_i$$

Die Gleichung für die Fixgebühr $E(q_i)$ stammt aus der partiellen Differentiation der Lagrange-Funktion nach der Variablen λ und stellt damit die Umformulierung der Nebenbedingung des Maximierungsproblems dar. $E(q_i)$ ist eine Funktion der zu deckenden Totalkosten (die ersten zwei Terme auf der rechten Seite) und der übrigen Einnahmen, d.h. den Gesamteinnahmen minus die Einnahmen aus der Fixgebühr (die zweiten zwei Terme auf der rechten Seite). Die Fixgebühr muss genau so gross sein, dass der Gewinn des Unternehmens für jedes q_i null beträgt. Aus den vorangegangenen Überlegungen ist bekannt, dass die Ableitung erster Ordnung, $E'(q_i)$, positiv ist. Da $E(q_i)$ von der Funktion $p(q_i)$ abhängig ist und diese nicht in expliziter Form vorliegt, kann über die Form von $E(q_i)$ nichts Weiteres ausgesagt werden. Eine Überlegung, die jedoch anzufügen ist, betrifft die Höhe der Fixgebühr für $q_i = 0$. Soll ein Konsument eine Fixgebühr entrichten, auch wenn er nichts nachfragt, beinhaltet die Funktion $E(q_i)$ eine Konstante, die nicht von q_i abhängig ist.

iv) Zusammenfassung der Interpretationen und Weiterführendes

In diesem Abschnitt wurde die Intuition bezüglich den impliziten Werten der beiden Tarifkomponenten p und E diskutiert (Gleichungen (14), (17) und (21)). Die Herleitung dieser

¹³ Umformung siehe (iv), Anhang C

Gleichungen wurde im vorherigen Abschnitt vorgenommen mittels der Maximierung der sozialen Wohlfahrtsfunktion unter der break-even-Nebenbedingung.

Die Interpretation der Gleichung (14) für $E(q_i)$ ist eindeutig. Die Fixgebühr muss für jedes q_i genau so groß sein, dass zusammen mit den übrigen Einnahmen die Totalkosten gedeckt sind, proportional zu q_i .

Die Gleichung für den Verbrauchspreis $p(q_i)$ ist komplexerer Natur. Aufgrund der beabsichtigten Struktur des Tarifs $T(E,p)$ muss $p(q_i)$ eine Funktion von q_i mit negativer Ableitung erster Ordnung sein. Die Funktion $p(q_i)$ kann auf zwei verschiedene Arten interpretiert werden. Die *erste* ist die Interpretation ohne die Preiselastizität der Nachfrage η . $p(q_i)$ ist dann eine Funktion der Grenzkosten plus einem von der Menge abhängigen Aufschlag. Der Aufschlag besteht aus zwei Komponenten. Der erste ist der Kehrwert der Ramsey-Zahl α . Die Ramsey-Zahl ist eine Grösse zwischen 0 und 1 und gibt an, wie gross der Preisaufschlag auf die Grenzkosten sein muss, damit die Fixkosten gedeckt werden. Die zweite Komponente ist die Summe von $E'(q_i)$ plus $p'(q_i)q_i$. Gegeben dass $0 < \alpha < 1$, muss diese Summe kleiner null und zunehmend in q_i sein, damit der Verbrauchspreis immer gleich den oder größer als die Grenzkosten ist, und mit steigender Menge abnimmt. Die Vorzeichen von $E'(q_i)$ und $p'(q_i)$ können bestimmt werden aufgrund der getroffenen Annahmen über $T(E,p)$. Mehr kann jedoch nicht ausgesagt werden. Die *zweite* Art, die Gleichung für $p(q_i)$ zu interpretieren, geschieht mittels der Inversen Elastizitätenregel (IER), die auf Ramsey und Boiteux zurückzuführen ist. $p(q_i)$ lässt sich in der klassischen Form der IER darstellen. Die IER stellt den Preisaufschlag auf die Grenzkosten dar, der nötig ist, um die Fixkosten eines natürlichen Monopols zu decken. Zentral dabei ist, dass der Preisaufschlag abhängig ist von der Ramsey-Zahl α und dem Kehrwert der Preiselastizität der Nachfrage η . Die IER ermöglicht eine Preisdiskriminierung über Kundengruppen. Es muss folglich diskutiert werden, ob eine solche Diskriminierung wünschbar wäre.

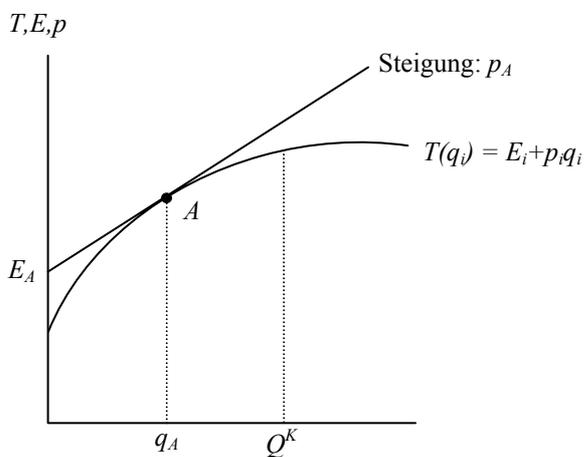
In einem weiteren Schritt könnten die expliziten Gleichungen und Werte für $p'(q_i)$, $E'(q_i)$, η und α resp. λ bestimmt werden, um anschliessend die numerischen Werte vom Tarif $T(E,p)$ für jedes q_i zu bestimmen. Das Modell könnte zudem erweitert werden, indem die Präferenzen von Nachfragern eingebracht werden (Brown/Sibley, 1986:200).

4.4 Das neue Tarifsystem in der Praxis - ein Anwendungsbeispiel

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus Abschnitt 4.3 für die Praxis erläutert. Da die Komponenten des Tarifs ausschliesslich in impliziter Form vorliegen, muss das Praxisbeispiel schemenhaft bleiben. Die Gleichungen (14) und (17) resp. (21) definieren für jedes q_i einen eigenen Tarif aus Fixgebühr und Verbrauchspreis. Da eine derart grosse Anzahl an unterschiedlichen Tarifen bei der Fakturierung einen enormen administrativen Aufwand bewirken würden, wird aus der Gesamtfunktion $T(E,p)$ ein Tarifschema aus vier verschiedenen Tarifen approximiert. Dies bedeutet, dass mehrere Mengen q_i zu einem Band zusammengefasst werden. Für jedes Band wird dann *ein* Tarif berechnet.

i) Approximation

Für die schematische Approximation werden über die explizite Form der Funktion folgende zwei Annahmen getroffen: $T(q_i)$ ist im Intervall $(0, Q^K)$ eine Funktion mit positivem, abnehmendem Grenzpreis p und die Grundgebühr E ist zunehmend in q_i :



$$T(q_A) = E_A + p_A q_A$$

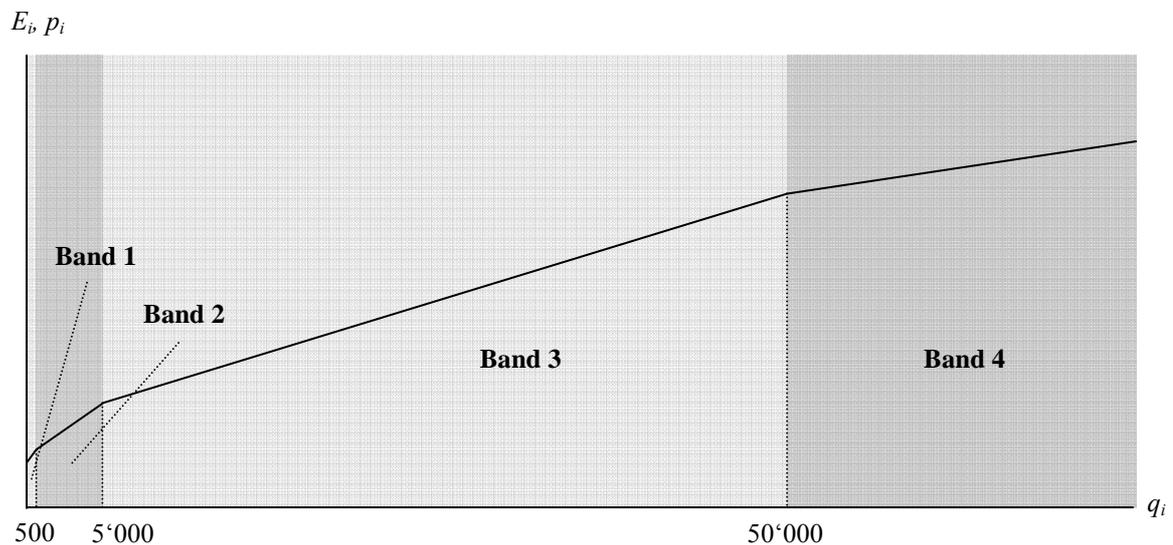
Grafik 4.4: Postulierte funktionale Form von $T(q_i)$ mit $T'(q_i) > 0$, $T''(q_i) < 0$, $E(q_i) > 0$ und $E'(q_i) > 0$.

Für die Praxis wird nun mittels dieser zugrunde gelegten funktionalen Form ein Tarifschema aus vier verschiedenen Tarifen approximiert. Dazu wird die Wassernachfrage in vier Bereiche eingeteilt, wobei die Bandbreite mit steigender Menge zunimmt.

In den Bereich des Bandes 1 fallen kleine kommerzielle Betriebe, die wenig Wasser nachfragen, wie beispielsweise kleine Dienstleistungsunternehmen. Banden 2 und 3 betreffen kleine und mittelgrosse Betriebe, welche Wasser als Produktionsfaktor oder zur ausgiebigen Reinigung benötigen (so hat beispielsweise eine Kleinbäckerei einen jährlichen Bedarf von zirka $10'000\text{m}^3$ Wasser für Produktion und Reinigung (North Carolina Cooperative Extension Service, 1996). Band 4 betrifft grossindustrielle Betriebe, welche Wasser in grossen Mengen nachfragen. Zur besseren Übersichtlichkeit für die Konsumenten werden die verschiedenen Tarifoptionen mit Bezeichnungen versehen (die Namensgebung mittels verschiedener Farben erfolgt in Anlehnung an die Tarifschemata der französischen Elektrizitätsgesellschaft «Electricité de France» (<http://www.edf.fr>) und des englischen Wasserversorgers «Anglian Water» (Anglian Water, 2005).

Nachgefragte Menge (q_i)	Band i	Tarifoption
weniger als 500 Kubikmeter pro Jahr	1	Zürichwasser Grün
zwischen 500 und 5'000 Kubikmeter pro Jahr	2	Zürichwasser Gelb
zwischen 5'000 und 50'000 Kubikmeter pro Jahr	3	Zürichwasser Blau
mehr als 50'000 Kubikmeter pro Jahr	4	Zürichwasser Industriell

Tabelle 4.1: Bandbreiten und entsprechende Tarifoptionen



Grafik 4.5: Grafische Darstellung der vier Bandbreiten und der entsprechenden Tarife. Die Steigung der Kurve im Band i beträgt p_i . Die Bestimmung von E_i folgt weiter unten im Text.

Jeder vier Tarife besteht aus Grund- und Verbrauchsgebühr. Da die expliziten Gleichungen hier nicht vorliegen, wird zur Bestimmung der numerischen Werte der zwei Tarifelemente

folgendermassen vorgegangen: Als erstes wird von jeder Bandbreite der Mittelwert \bar{q}_i ermittelt. Zusätzlich wird für jedes Band festgelegt, in welchem Verhältnis die Grundgebühr, E_i und die Ausgaben für die Verbrauchsgebühr, $p_i q_i$ zueinander stehen. Die Variable σ_i setzt den prozentualen Anteil der Grundgebühr am Tarif fest; $0 < \sigma_i < 1$. Stehen diese zwei Werte \bar{q}_i und σ_i fest, wird für jede Bandbreite ein Tarif ermittelt. Der Tarif eines Bandes bezieht sich auf dessen Mittelwert \bar{q}_i . Die Höhe des Tarifs $T(\bar{q}_i)$ wird festgesetzt, indem er den zu deckenden Totalkosten $C(\bar{q}_i)$ gleichgesetzt wird. $C(\bar{q}_i)$ ist der prozentuale Anteil an $C(Q^K)$, relativ zur nachgefragten Menge \bar{q}_i ($C(\bar{q}_i)$ steht im gleichen Verhältnis zu $C(Q^K)$, wie \bar{q}_i zur Gesamtnachfrage der kommerziellen Gruppe, Q^K). Steht der numerische Wert vom Tarif $T(\bar{q}_i)$ fest, werden mittels σ_i die Anteile der Grund- und Verbrauchsgebühr am Gesamttarif ermittelt. Es muss festgehalten werden, dass das vorliegende Beispiel ausschliesslich rechnerischer Art und daher nicht von unmittelbarer Praxisrelevanz ist.

Im Folgenden wird diese schemenhafte Berechnung der numerischen Werte der Tarife vorgenommen. Der Mittelwert \bar{q}_i eines Bandes i berechnet sich folgendermassen:

$$(23) \quad \bar{q}_i = \frac{q_i^{\max} - q_i^{\min}}{2}$$

mit q_i^{\min} resp. q_i^{\max} als Untergrenze resp. Obergrenze des Bandes i

Die Werte für \bar{q}_i sind demnach:

Band i	\bar{q}_i
1	250
2	2'250
3	22'500
4	225'000 ¹⁴

Tabelle 4.2: Mittelwerte \bar{q}_i der Bandbreiten $i = 1,2,3,4$

¹⁴ Für Berechnung wird q_4^{\max} auf 500'000m³ festgelegt, da dieser Wert der nächsten Abstufung entspräche, falls ein fünftes Band existierte.

Zur Berechnung der vier Tarife wird angenommen, dass der Tarif $T(\bar{q}_i)$ genau $C(\bar{q}_i)$ deckt. $C(\bar{q}_i)$ ist ein Anteil an den Totalkosten der kommerziellen Gruppe $C(Q^K)$ und steht zu $C(Q^K)$ im gleichen Verhältnis wie \bar{q}_i zu Q^K . $C(\bar{q}_i)$ berechnet sich demnach wie folgt:

$$(24) \quad C(\bar{q}_i) = \frac{C(Q^K)}{Q^K} \bar{q}_i \quad \text{Erklärung Variablen siehe Kapitel 4.2}$$

Anhand der Daten der WVZ ergibt dies für $C(\bar{q}_i)$ und damit auch für $T(\bar{q}_i)$ ¹⁵:

$$(25) \quad C(\bar{q}_i) = 2.09 * \bar{q}_i = T(\bar{q}_i)$$

Der Tarif $T(\bar{q}_i)$ wird mittels der Verhältniszahl σ_i aufgeteilt in die Grundgebühr E und die Zahlungen für die Verbrauchsgebühr $p\bar{q}_i$. Die Variable σ_i bezeichnet den Anteil der Grundgebühr E am Tarif. Annahmegemäss macht die Grundgebühr bei kleinen Nachfragern einen kleineren Anteil an der Wasserrechnung aus als bei den größeren Nachfragern. Dementsprechend gestaltet sich die Verbrauchsgebühr für die kleinen Nachfrager vergleichsweise höher. Mit steigendem q_i nimmt der relative Anteil der Grundgebühr in der Wasserrechnung zu. Das Verhältnis von Grundgebühr E zu den Zahlungen der Verbrauchsgebühr stellt sich folgendermaßen dar:

$$(26) \quad \frac{E(\bar{q}_i)}{p(\bar{q}_i)\bar{q}_i} = \frac{\sigma_i}{1 - \sigma_i} \quad \text{mit } 0 < \sigma_i < 1, \quad \sigma_i \text{ ist zunehmend in } q_i$$

Band i	$C(\bar{q}_i)$	σ_i	E	pq	p
1	522.0	0.30	156.000	366.000	1.4000
2	4702.5	0.45	2116.125	2586.375	1.1495
3	47025.0	0.55	25863.750	21161.250	0.9405
4	470250.0	0.60	282150.000	188100.000	0.8360

Tabelle 4.3: Berechnung von Grundgebühr und Verbrauchspreis. Die numerischen Größen von σ_i wurden willkürlich gewählt. Auf die in Kapitel 4.2 geforderte Untergrenze c für den Verbrauchspreis p wurde an dieser Stelle nicht eingegangen.

¹⁵ Berechnung von (27) siehe Anhang B (i) – (iii)

Dies ergibt für den Tarifplan der kommerziellen Nachfrager (gerundet):

Tarifoption	Nachgefragte Menge (m ³ /Jahr)	Grundgebühr (CHF)	Verbrauchspreis (CHF)
Zürichwasser Grün	< 500m ³	156.00	1.40
Zürichwasser Gelb	500 bis 5'000m ³	2'116.00	1.15
Zürichwasser Blau	5'000 bis 50'000m ³	25'864.00	0.94
Zürichwasser Industriell	> 50'000m ³	282'150.00	0.84

Tabelle 4.4: Tarifplan für kommerzielle Nachfrager

(ii) Vergleich mit dem heute angewendeten Tarif

Das vorgeschlagene Tarifsystem wird nun mit dem heute angewendeten Tarif der WVZ verglichen und die Unterschiede werden diskutiert. Grundlage dafür bieten die Wasserrechnungen von 5 kommerziellen Nachfragern der Stadt Zürich.

		kleines Bürogebäude	Restaurant mittel-gross	großes Bürogebäude (R)	großes Hotel (R)	Hallenbad
Wasserverbrauch (m³)		446	3'845	21'021	49'000	74'880
Tarif alt	Totalausgaben pro Jahr (CHF)	2'560	6'927	105'763	108'952	124'299
	Durchschnittspreis pro m³ (CHF)	5.74	1.80	5.03	2.22	1.66
Tarif neu	Totalausgaben pro Jahr (CHF)	780	6'537	45'624	71'924	345'049
	Durchschnittspreis pro m³ (CHF)	1.75	1.70	2.17	1.47	4.61
Veränderung von alt zu neu in CHF		-1'780	-390	-60'139	-37'028	+220'750
„Totalausgaben neu“ in Prozent der „Totalausgaben alt“		30%	94%	43%	66%	278%

Tabelle 4.5: Wassergebühren von fünf kommerziellen Nachfragern der Stadt Zürich. Auszug aus (vi), Anhang A. (R) = Ringleitung

Während sich die Durchschnittspreise für einen Kubikmeter Wasser mit dem alten Tarif zwischen CHF 1.66 und 5.74 bewegen, gestalten sich diese unter Anwendung des entworfenen Tarifplans wesentlich ausgeglichener (CHF 1.47 bis 2.17 für die ersten vier Positionen). Einzig im Fall Hallenbad erweist sich der Durchschnittspreis als aussergewöhnlich hoch. Der Grund dafür ist, dass sich die nachgefragte Wassermenge des Hallenbads im Bereich der Tarifoption „Industriell“ befindet, dort jedoch sehr nahe an der Untergrenze. Da als Berechnungsgrundlage für die Grundgebühr der Mittelwert des jeweiligen Mengenbandes verwendet

wird, hat das Hallenbad eine überdurchschnittlich hohe Grundgebühr zu entrichten. Im Praxisfall muss abgewogen werden zwischen Einfachheit (möglichst wenige Tarifoptionen) und ausgeglichenen Durchschnittspreisen (je mehr Tarifoptionen, desto ausgeglichener die Durchschnittspreise).

Des Weiteren ist aus den Berechnungen ersichtlich, dass die Wasserrechnung mit dem neuen Tarifplan in allen Fällen, ausser dem Spezialfall Hallenbad, wesentlich tiefer ausfällt. Es kann vermutet werden, dass kommerzielle Nachfrager mit dem heute angewendeten Tarif zu viel bezahlen. Bei genauerer Betrachtung fällt auf, dass jene Nachfrager mit dem neuen Tarif die grössten Kosteneinsparungen erzielen würden, deren Liegenschaften eine hohe Gebäudeversicherungssumme aufweisen.

5 Private Nachfrager: modifizierter Status Quo

Für die privaten Nachfrager sollte, im Gegensatz zu den kommerziellen Nachfragern, weiterhin ein Dreistufentarif mit Grundgebühr und Verbrauchspreisen für Normal- und Überwasserverbrauch angewendet werden. Die Begründung wurde in Kapitel 3 diskutiert. Das vorliegende Kapitel dient in einem ersten Teil dazu, die formalen mathematischen Grundlagen des Tarifs darzustellen. In einem zweiten Teil wird der Tarif hinsichtlich seiner ökonomischen Effizienz untersucht und daraus abgeleitete Verbesserungsmöglichkeiten werden erläutert. Zum Abschluss folgen einige weiterführende Hinweise.

5.1 Tarifmodell

Der Tarif T^H für die Wassernachfrage privater Haushalte ist ein Dreistufentarif, bestehend aus jährlicher Grundgebühr und Verbrauchsgebühren für Normal- und Überwasserverbrauch. Anzumerken ist, dass in Zürich pro Liegenschaft in den meisten Fällen nur *ein* Wasserzähler installiert ist. Deshalb wird pro Einfamilienhaus, aber auch pro Mehrfamilienhaus meist eine einzige Wasserrechnung ausgestellt. Dieses Vorgehen ist in der Schweiz üblich, und die Verteilung der Wasserkosten unter den einzelnen Nachfragern eines Gebäudes fällt in den Verantwortungsbereich des Eigentümers. Es muss daher stets beachtet werden, dass der Tarif T^H in den meisten Fällen den Wasserverbrauch einer Liegenschaft und nicht eines einzelnen Nachfragers betrifft.

Die jährliche Grundgebühr L ist definiert als:

$$(1) \quad L(\underline{z}) \quad \text{mit} \quad \underline{z} = [z_{1k}, z_{2k}, \dots, z_{mk}] \quad \text{und} \quad k = 1, \dots, n$$

\underline{z} ist ein Vektor aus m Variablen. Jede einzelne Variable kann n unterschiedliche Werte annehmen¹⁶. Im heutigen Tarif besteht der Vektor \underline{z} aus den zwei Variablen Leistungsgebühr z_{1k} und Gebäudegebühr z_{2k} . Die Leistungsgebühr ist von der Wasserzählergrösse w_j abhängig,

¹⁶ Selbstverständlich nimmt nicht jede der m Variablen die gleiche Anzahl an n verschiedenen Werten an. Die Variable n ist ausschließlich symbolischer Natur und drückt aus, dass jede der Variablen z_{1k}, \dots, z_{mk} mehrere Werte annehmen kann.

während die Gebäudegebühr in direktem Zusammenhang mit der Versicherungssumme der Liegenschaft steht.

Der mengenbezogene Verbrauchspreis berechnet sich aus den Gebühren für Normal- und Überwasserverbrauch. Der Überwasserverbrauch ist die Wassermenge, welche die von der Wasserzählergröße w_j abhängige Tageszuteilung q^H (in m^3) überschreitet. Die Variable q_j bezeichnet die nachgefragte Menge ($j = 1, \dots, m$). Somit sind die Normal- und Überwasserverbrauchsgebühren definiert als:

$$(2) \quad \begin{array}{ll} p_1 & \text{für } 0 \leq q_j \leq q^H(w_j) \\ p_2 & \text{für } q_j > q^H(w_j) \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Gebühr für Normalwasserverbrauch} \\ \text{Gebühr für Überwasserverbrauch} \end{array}$$

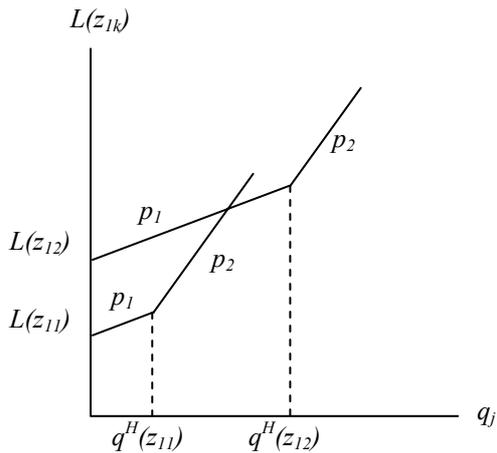
Die variablen Ausgaben für den Wasserverbrauch berechnen sich damit folgendermassen:

$$(3) \quad \begin{array}{ll} p_1 q_j & \text{falls } q_j < q^H(w_j) \\ p_1 q^H(w_j) + p_2 [q_j - q^H(w_j)] & \text{falls } q_j > q^H(w_j) \end{array}$$

Konsumiert ein Nachfrager eine Menge, die den Normalwasserverbrauch nicht übersteigt, betragen die variablen Ausgaben $p_1 q_j$. Übersteigt der Konsum jedoch die Normalwassermenge, wird für den ersten Teil (die Normalwassermenge $q^H(w_j)$) die Normalwasserverbrauchsgebühr p_1 verrechnet. Für den $q^H(w_j)$ übersteigenden Verbrauch, also $[q_j - q^H(w_j)]$, wird die Überwasserverbrauchsgebühr p_2 verrechnet.

Der Dreistufentarif T^H für die private Wassernachfrage, hergeleitet aus (1) und (3), lautet:

$$(4) \quad \begin{array}{ll} T^H(\underline{z}, w_j, q_j) = L(\underline{z}) + p_1 q_j & \text{falls } q_j < q^H(w_j) \\ = L(\underline{z}) + p_1 q^H(w_j) + p_2 [q_j - q^H(w_j)] & \text{falls } q_j > q^H(w_j) \end{array}$$



Grafik 5.1: Dreistufentarif $T^H(z_{1k}, q_j)$ für die Wasserzählergrössen $z_{12} > z_{11}$. Zur Vereinfachung der Darstellung wird angenommen, dass die Grundgebühr alleine von der Wasserzählergrösse z_{1k} abhängig ist.

5.2 Optimierung des bestehenden Dreistufentarifs

i) Berechnungsgrundlage der Grundgebühr

Die Grundgebühr berechnet sich heute aus zwei Teilen, einerseits aus der Leistungsgebühr, die von der Wasserzählergrösse abhängig ist, andererseits aus der Gebäudegebühr, welche aus der Versicherungssumme der betreffenden Liegenschaft berechnet wird. In einem nichtlinearen Tarif hat eine Grundgebühr die Aufgabe, dem Konsumenten ein Signal über die Höhe der Fixkosten zu vermitteln und gleichzeitig einen Beitrag zur Fixkostendeckung zu leisten, unabhängig davon, wie viel Wasser letztlich nachgefragt wird. In einem durch hohe Fixkosten charakterisierten Wasserversorgungsnetz ist die Grundgebühr ein wichtiges Tarifelement, da damit mindestens ein Teil der Fixkostendeckung gesichert ist, unabhängig von der nachgefragten Menge. Damit die Grundgebühr ökonomisch effizient ist, muss sie jedoch in möglichst direktem Zusammenhang zur Höhe des Wasserkonsums stehen. Nur so leistet jeder Nachfrager einen *angemessenen* Beitrag zur Fixkostendeckung. Diese ökonomische Effizienz ist mit der heutigen Berechnungsart der Grundgebühr nicht vollständig erfüllt. Die Ursachen sind zweifach. Zum einen werden zur Berechnung der Grundgebühr Grössen verwendet, welche nicht in direktem Zusammenhang mit dem Wasserkonsum stehen. Die Diskussion dieses Sachverhalts folgt im nächsten Abschnitt. Die zweite Ursache der mangelnden Effizienz beruht im System der Wasserzähler in Zürich – pro Gebäude ist, zumindest für den Liegenschaftsanteil, welcher ausschliesslich zu Wohnzwecken verwendet wird, jeweils *ein* Zähler

installiert. Damit kann die Grundgebühr nicht direkt vom Wasserverbrauch eines einzelnen Nachfragers abhängig gemacht werden, da sich Konsumenten in Mehrfamilienhäusern den Wasserzähler in den meisten Fällen teilen. Die Grundgebühr kann damit nur für eine gesamte Liegenschaft berechnet werden, nicht für einen individuellen Konsumenten.

Ein in Zürich bestehendes Problem, welches durch diese ökonomisch nicht effiziente Berechnungsgrundlage der Grundgebühr verursacht wird, ist am Durchschnittspreis pro Kubikmeter Wasser ersichtlich. Im von der WVZ durchgeführten Berechnungsbeispiel ((v), Anhang A) ist ersichtlich, dass die Durchschnittspreise pro Kubikmeter Wasser beträchtlich variieren zwischen den einzelnen privaten Nachfragern verschiedener Liegenschaften. Die Durchschnittspreise pro Kubikmeter Wasser bewegen sich dort zwischen CHF 1.97 (3-Personenhaushalt, 4-Zimmerwohnung, 5-Familienhaus) und CHF 3.29 (4-Personenhaushalt, 6-Zimmer-Einfamilienhaus). Der zweite Nachfrager bezahlt im Durchschnitt also 67% mehr für eine Einheit Wasser als der erste, und dies, obwohl beide nachgefragten Mengen im Bereich des Normalwasserverbrauchs liegen. Da beide Nachfrager denselben mengenabhängigen Verbrauchspreis bezahlen, sind diese Unterschiede im Durchschnittspreis auf die Grundgebühr zurückzuführen. Im Folgenden werden daher die Komponenten der Grundgebühr hinsichtlich ihrer Effizienz untersucht.

Die erste Komponente der Grundgebühr, die *Leistungsgebühr*, steht in direktem Zusammenhang mit der Grösse des in einer Liegenschaft installierten Wasserzählers. Der Vorteil der Wasserzählergrösse als Berechnungsgrundlage liegt in deren Transparenz für den Kunden und dem geringen Aufwand bei der Fakturierung. Die ökonomische Effizienz ist aber nicht vollständig gewährleistet. Zwar besteht zwischen Wasserzählergrösse und der Höhe des Wasserkonsums ein gewisser Zusammenhang, da die Grösse des Wasserzählers entsprechend dem prognostizierten Wasserverbrauch der betreffenden Liegenschaft gewählt ist. Wie aus dem Tarifbeispiel der WVZ ersichtlich, ist die Grössenabstufung der Wasserzähler aber gerade im Bereich von Liegenschaften, die zu Wohnzwecken genutzt werden, wenig differenziert – ein Einfamilienhaus und ein 5-Familienhaus haben beide einen Zähler der Grösse $5\text{m}^3/\text{h}$ installiert, ein 8-Familienhaus und ein 15-Familienhaus messen ihren Wasserverbrauch mittels eines Zählers der Grösse $7\text{m}^3/\text{h}$. Sowohl für das 15- als auch für das 8-Familienhaus entspricht die Leistungsgebühr damit der Höhe $L(7\text{m}^3/\text{h})$ (aktuell: CHF 345.55); im ersten Fall hat ein einzelner Haushalt 1/15 der gesamten Leistungsgebühr der Liegenschaft zu tragen, im zweiten Fall 1/8, absolut also CHF 23.15 im ersten bzw. CHF 43.45 im zweiten Fall. Diese Gebührenunterschiede können weder ökonomisch noch auf eine andere Weise gerechtfertigt werden und sollten eliminiert werden.

Auch die zweite Komponente, die *Gebäudegebühr*, erfüllt das Kriterium der ökonomischen Effizienz nur unvollständig. Für die Gebäudegebühr spricht, dass deren Höhe insofern in etwa mit dem Wasserverbrauch einer Liegenschaft korreliert, als der Versicherungswert eines Gebäudes teilweise von der Grösse der Liegenschaft abhängt; die Höhe des Wasserverbrauchs steht bis zu einem gewissen Grad im Zusammenhang mit der Grösse des Gebäudes. Neben dem Kubikmeter-Volumen des Gebäudes gehen jedoch zusätzlich Grössen in die Berechnung der Versicherungssumme ein, mit welchen der Wasserverbrauch in keinem Zusammenhang steht. Auch die Gebäudegebühr ist damit ökonomisch nicht effizient.

Um die *Höhe der Grundgebühr* ökonomisch effizienter zu gestalten, muss die Berechnungsgrundlage in einen direkteren Zusammenhang zum Wasserkonsum gebracht werden:

- Als neue Berechnungsgrundlage der Grundgebühr könnte die Anzahl Personen, die in einer Liegenschaft wohnen, verwendet werden. Die Erhebung der jährlich benötigten Daten wäre jedoch mit einem grösseren administrativen Aufwand und damit mit höheren Kosten verbunden, als dies beim Status Quo der Fall ist. Zudem wäre zu diskutieren, mit welcher Gewichtung beispielsweise Kleinkinder in die Berechnung eingehen sollten.
- Eine alternative Berechnungsgrundlage wäre die Anzahl Wohnungen und deren Fläche. Ein bedingt direkter Zusammenhang mit der Anzahl Nachfrager, welche sich einen Wasserzähler und damit die Wasserrechnung teilen, wäre damit gegeben. Zusätzlich brächte diese Methode einen kleineren administrativen Aufwand mit sich als die erstgenannte Methode, da die Daten über Wohnungsanzahl und Wohnfläche nicht jedes Jahr, sondern nur ein einziges Mal zu erheben wären. Hinzu kommt, dass die Wasserrechnung innerhalb einer Liegenschaft in den meisten Fällen ohnehin nach der Wohnfläche aufgeteilt wird und somit idealerweise zweimal derselbe Verteilungsschlüssel angewendet würde. Es ist aber anzumerken, dass die Wohnfläche nur in einem *relativ* direkten Zusammenhang zur Anzahl Nachfrager steht. Gerade in den Städten haben sich die Lebensgewohnheiten in den letzten Jahrzehnten stark verändert, viele Singles oder kinderlose Paare bewohnen relativ grosse Wohnungen, was den Bezug der Wohnfläche zur Anzahl der in der Wohnung lebenden Personen verzerrt.
- Eine letzte Möglichkeit ergäbe sich in der Anbindung der Grundgebühr an den tatsächlichen jährlichen Wasserverbrauch. Die Grundgebühr wäre dann vollständig an die Wassernachfrage gekoppelt und damit von hoher ökonomischer Effizienz. Um

eine ausreichend hohe Fixkostendeckung langfristig zu sichern, müsste die Rate der Grundgebühr pro Einheit Wasser bei einem Rückgang der Nachfrage an den neuen Gesamtwasserverbrauch angepasst, d.h. erhöht werden.

ii) Langfristige Vollkostendeckung

Ein entscheidender Aspekt betreffend die Optimierung des bestehenden Tarifs betrifft die langfristige Generierung ausreichender Einnahmen zur Kostendeckung. Das zentrale Problem des heutigen Tarifs besteht darin, dass aufgrund dessen Struktur bei einem Rückgang der Nachfrage die Einnahmen aus dem Wassergeschäft stärker zurückgehen als die Produktionskosten. Zusammen mit dem seit Jahrzehnten anhaltenden Trend des Verbrauchsrückgangs wird dies konsequenterweise dazu führen, dass das Unternehmen letztlich nicht mehr kostendeckend zu arbeiten imstande sein wird. Generell existieren zwei Möglichkeiten zur Lösung dieses Problems: Entweder wird a) der Tarif vollständig an die Kostenstruktur des Unternehmens angepasst, damit sich Einnahmen und Ausgaben bei Veränderungen in der Totalnachfrage deckungsgleich entwickeln. Oder es wird b) für den bestehenden Tarif ein ökonomisches Instrument entwickelt, mittels dessen die Tarifhöhe auf eine einfache Weise an veränderte Nachfragestrukturen angepasst werden kann, ohne die Struktur des Tarifs selbst zu verändern.

ad a) Anpassung Tarifstruktur an wahre Kostenstruktur

Vom Gesichtspunkt der Theorie der ökonomischen Effizienz wäre die Tarifstruktur korrekterweise an die wahre Kostenstruktur des Wasserversorgers anzupassen. Diese Option scheint auf den ersten Blick auch die wünschenswertere der beiden genannten Möglichkeiten zu sein, müsste nach der Implementierung des neuen Tarifs doch nie mehr eine Tarifierhöhung vorgenommen werden, ausser zur Inflationsbereinigung. Ein an die Kostenstruktur angepasster Tarif hätte im Fall der WVZ jedoch einen entscheidenden Nachteil: Die Fixkosten der Wasserversorgung Zürich betragen ungefähr 95% der Gesamtkosten¹⁷. Da die Grundgebühr die Fixkosten und der Verbrauchspreis die variablen Kosten widerspiegelt, würde dies bedeuten, dass die Grundgebühr 95% der Wasserrechnung ausmachen würde und nur gerade 5% der Ausgaben für Wasser auf den mengenabhängigen Verbrauchspreis zurückzuführen wären.

¹⁷ Aus betriebswirtschaftstheoretischer Sicht betragen die Fixkosten nur ungefähr 50% der Totalkosten (Fixkosten = Kapitalaufwand). Von den restlichen 50% der Kosten sind im vorliegenden Fall kurz- bis mittelfristig aber nur 5% tatsächlich variabel, die restlichen 45% werden daher auch als fix bezeichnet.

Ein Rechnungsbeispiel soll diesen Sachverhalt illustrieren. Grundlage bildet das Berechnungsbeispiel der WVZ ((v), Anhang A). Es wird dieselbe Tarifstruktur verwendet (Dreistufentarif mit Grundgebühr und Verbrauchspreisen für Normal- und Überwasserverbrauch), das Verhältnis von Grundgebühr zu mengenabhängigen Ausgaben wäre gemäss neuer Tarifstruktur aber 95%:5% (im Berechnungsbeispiel der WVZ bewegt sich der Anteil der Grundgebühr an der Wasserrechnung zwischen 25-55%).

		Alte Tarifstruktur	Neue Tarifstruktur
Beispiel 1	$L(\underline{z})$	71.28	149.77
	$p_1 q_j$	86.40	7.88
	p_1	1.44 pro m ³	0.13 pro m ³
	Verhältnis	45:55	95:5
Beispiel 4	$L(\underline{z})$	408.85	703.05
	$p_1 q_j$	331.20	37.00
	p_1	1.44 pro m ³	0.16 pro m ³
	Verhältnis	55:45	95:5

Tabelle 5.1: Beispiel für die Höhe der Grundgebühr $L(\underline{z})$ und der Verbrauchsgebühr für Normalwasserverbrauch p_1 bei alter und neuer Tarifstruktur.

Die Verbrauchsgebühr für Normalwasser wäre im Fall des neuen, kostenstrukturnahen Tarifs ungefähr CHF 0.15 pro m³, und ein Einzelhaushalt in einem 15-Familienhaus hätte eine Grundgebühr von ungefähr 150.- zu entrichten (Beispiel 1)¹⁸. Ein 4-Personenhaushalt im 6-Zimmer-Einfamilienhaus würde jährlich mit einer Grundgebühr von 700.- und einem Verbrauchspreis von 37.- belastet. Es ist fraglich, ob eine solche Tarifstruktur wünschenswert wäre. Einerseits verliert der Verbrauchspreis aufgrund seiner Höhe praktisch jegliche Signalwirkung, denn CHF 0.15 pro m³ sind verschwindend klein. Andererseits ist die Art des zu setzenden Preissignals eine grundsätzliche Frage: Bereits vor der Modellierung eines neuen Tarifs muss entschieden werden, ob die wahre Kostenstruktur widerspiegelt werden, oder ob dem Konsument mittels der Grundgebühr ein Preissignal vermittelt werden soll, das nicht in direktem Zusammenhang mit den Fixkosten steht.

¹⁸ Der Verbrauchspreis wäre auch im neuen Tarif einheitlich für alle privaten Nachfrager. Die Diskrepanz zwischen Beispiel 1 und 4 ist darin begründet, dass die neuen Gebühren lediglich eine Hochrechnung aus den alten Beispielszahlen darstellen.

ad b) Programmierung

Die zweite Möglichkeit zur Sicherung ausreichender Einnahmen zur Totalkostendeckung ist die Ausarbeitung eines ökonomischen Instruments zur Anpassung des Tarifs auf veränderte Nachfragestrukturen, ohne dabei die *Tarifstruktur* zu verändern. Wenn es möglich ist, die Höhe des Tarifs auf einfache Weise an eine veränderte Nachfragesituation anzupassen, kann auch eine Tarifstruktur verwendet werden, welche nicht garantiert, dass sich Kosten und Einnahmen deckungsgleich entwickeln bei einer Veränderung der Gesamtnachfrage. Die Modellierung des Tarifs würde auf dieselbe Weise erfolgen, wie dies in Kapitel 4 für die kommerziellen Nachfrager ausgeführt wurde: Mittels eines Wohlfahrtsoptimierungsproblems unter Nebenbedingungen werden die impliziten Gleichungen der Tarifkomponenten $L(\underline{z})$, p_1 und p_2 berechnet. Für die explizite Form der Gleichungen müssen die dafür benötigten Grössen mittels empirischer Daten geschätzt werden. Liegen die Gleichungen für die Tarifkomponenten einmal in expliziter Form vor, muss lediglich eine EDV-Applikation programmiert werden, die anhand der vorliegenden Tarifstruktur und der aktuellen Daten zu Kosten- und Nachfrageverlauf für die mittelfristige Zukunft die optimalen Grössen der Tarifkomponenten berechnet. Wird dieses Vorgehen und der Grund für eine anfallende Tariferhöhung gegen aussen auf transparente Art und Weise kommuniziert, ist die vorgeschlagene Art der Sicherung der Totalkostendeckung eine Lösung, die mit grosser Wahrscheinlichkeit von allen Seiten akzeptiert würde.

5.3 Weiterführendes

In Abschnitt 5.2 wurden Möglichkeiten evaluiert, wie der heutige Tarif für private Nachfrager ökonomisch effizienter gestaltet werden könnte. Der Umstand, dass in jeder Liegenschaft, wenigstens für die Wohneinheiten, nur ein einziger Wasserzähler installiert ist und sich dementsprechend mehrere Nachfrager eine Wasserrechnung teilen, begrenzt die Möglichkeit einer effizienten Preissetzung.

Um die Preissetzung noch effizienter zu gestalten, müsste jede einzelne Wohneinheit über einen eigenen Wasserzähler verfügen. Die Installation von Wasserzählern für sämtliche stadtzürcherischen Wohnungen käme das Unternehmen jedoch teuer zu stehen und ist für dieses nicht attraktiv, da für die WVZ daraus kein Nutzen (Mehreinnahmen, Kosteneinsparungen) entstehen würde. Für die Nachfrager würde durch eigene Wasserzähler jedoch ein Nutzensgewinn resultieren. Die Wasserrechnung würde den tatsächlichen Wasserverbrauch

genauer widerspiegeln und die Durchschnittspreise für eine Einheit Wasser würden bis zu einem gewissen Grad ausgeglichen. Da nicht jeder Konsument in gleichem Masse von einem eigenen Wasserzähler profitieren würde, wäre es jedoch falsch, die Nachfrager in Mehrfamilienhäusern zu zwingen, einen Wasserzähler auf eigene Kosten zu installieren. Die Installation könnte auf freiwilliger Basis erfolgen, indem für Nachfrager mit eigenem Wasserzähler ein alternativer, attraktiver Tarif angeboten würde. Die Installation eines Wasserzählers wäre dann freiwillig und eine Steigerung der Gesamtwohlfahrt im Sinne Paretos (Vilfredo Pareto, 1848-1923) wäre so gesichert. Die neue Situation würde eine Pareto-Verbesserung darstellen, da niemand schlechter gestellt wäre, da auf die freiwillige Installation eines Wasserzählers grundsätzlich verzichtet werden kann, aber ein Teil der Nachfrager besser gestellt würde mit dem Wechsel zum alternativen, effizienteren Wassertarif.

Wird ein neues Tarifsysteem eingeführt, muss in jedem Fall nach dessen Implementierung der Effekt des veränderten Preises auf die Nachfrage überprüft und der Tarif in einem zweiten Schritt gegebenenfalls angepasst werden.

6 Schlusswort und Ausblick

i) Schlussfolgerungen

Kritik des bestehenden Tarifs

Der seit dem Jahr 1991 verwendete Tarif der Wasserversorgung Zürich (WVZ) für die städtische Wasserabgabe ist ein Dreistufentarif mit Grundgebühr und mengenabhängigen Verbrauchsgebühren für Normal- und Überwasserverbrauch. Der Tarif ist einheitlich für alle Kunden, es wird keine Unterscheidung zwischen privaten und kommerziellen Nachfragern vorgenommen. Der heute verwendete Tarif weist ein schwerwiegendes strukturelles Problem auf. Da die Struktur des Tarifs nicht mit der Kostenstruktur des Unternehmens übereinstimmt, entwickeln sich Einnahmen und Totalkosten bei einer Veränderung der Nachfrage nicht gleichermassen. Sollte sich der seit Jahrzehnten anhaltende Nachfragerückgang weiterhin fortsetzen, wird das Unternehmen seine Totalkosten in der mittelfristigen Zukunft nicht mehr zu decken vermögen unter der Verwendung des aktuellen Tarifs. Neben dieser produzentenseitigen Problematik ist der Tarif auch aus der Perspektive der Konsumenten nicht optimal. Die Komponenten des angewendeten Dreistufentarifs erwiesen sich bei einer Analyse bezüglich deren ökonomischen Effizienz als nicht zufrieden stellend:

Unterscheidung privat/kommerziell. Die fehlende Unterscheidung zwischen privaten und kommerziellen Nachfragern ist zu bemängeln. Das Gut Wasser ist im *privaten* Bereich sozialer Natur, da es essentiell ist für das menschliche Überleben. Im *kommerziellen* Bereich hingegen stellt Wasser ein ökonomisches Gut dar, denn Wasser ist dort ein Produktionsfaktor unter vielen. Mit dem heutigen Tarif wird Wasser gänzlich als soziales Gut definiert, indem sich ein gewisser Normalverbrauch billiger gestaltet als der darüber liegende Überwasserverbrauch. Dieses Vorgehen ist im Bereich der kommerziellen Nutzung nicht gerechtfertigt. Ein weiteres Argument zugunsten der Unterscheidung von privater und kommerzieller Wassernachfrage bei der Tarifierung von Wasser ist, dass die zwei Gruppen unterschiedliche Nachfragestrukturen aufweisen. Mittels separaten Tarifen könnte besser auf die gruppenspezifischen Bedürfnisse eingegangen und unter Umständen ungewollte, durch die unterschiedlichen Nachfragestrukturen entstehende, Quersubventionen zwischen den Gruppen eliminiert werden.

Fehlende Effizienz der Berechnungsgrundlage. Die Berechnungsgrundlage der Grundgebühr erwies sich bei genauer Prüfung als ökonomisch nicht effizient. Eine Gebühr ist in diesem

Zusammenhang dann ökonomisch effizient, wenn sie in direktem Zusammenhang mit der konsumierten Menge steht. Die *Leistungsgebühr* steht im direkten Zusammenhang mit der Grösse des installierten Wasserzählers. Aufgrund der ungenügenden Differenzierung der Wasserzählergrössen im Wohnliegenschaftsbereich ist dort jedoch kein signifikanter Zusammenhang zwischen Wasserzählergrösse und Wasserverbrauch gegeben. Die Leistungsgebühr ist daher nicht in jedem Fall effizient. Auch die *Gebäudegebühr* erfüllt den Effizienzanspruch nur ungenügend. Sie berechnet sich aus dem Versicherungswert einer Liegenschaft. Der Versicherungswert spiegelt bis zu einem gewissen Grad die Grösse des Gebäudes, womit ein ungefährender Zusammenhang zum Wasserverbrauch gegeben sein kann. Neben der Grösse des Gebäudes gehen jedoch weitere Faktoren in die Berechnung des Versicherungswerts ein, wodurch der Zusammenhang zwischen Gebäudegrösse und Wasserverbrauch zusätzlich verzerrt wird. Die Problematik bezüglich der Gebäudegebühr wurde aufgezeigt, indem aktuelle Wasserrechnungen von fünf kommerziellen Kunden der WVZ untersucht wurden. Der Anteil der Gebäudegebühr an der gesamten Wasserrechnung variierte dort zwischen 6.7% und 68.1%. Diese beträchtlichen Unterschiede beeinflussen den Durchschnittspreis pro Kubikmeter Wasser, zwischen den genannten fünf Wasserrechnungen variierte dieser zwischen CHF 1.66 und CHF 5.74.

Neue Tarifschemata

Es wird vorgeschlagen, für kommerzielle und private Nutzer unterschiedliche Tarife zu implementieren. Für die kommerziellen Nutzer wird ein Tarifschema empfohlen, welches Wasser als *ökonomisches* Gut behandelt. Der diskutierte Tarif besteht aus einem Zweistufentarif aus Grundgebühr und Verbrauchspreis. Die Berechnungsgrundlagen dieser zwei Tarifkomponenten hängen ausschliesslich von der nachgefragten Wassermenge ab. Im Bereich der privaten Nachfrager soll der Tarif dem Charakter von Wasser als *soziales* Gut Rechnung tragen. Für die privaten Nutzer kann daher weiterhin die alte Tarifstruktur verwendet werden, seine Komponenten sollten jedoch hinsichtlich ihrer Effizienz geprüft werden und allenfalls Anpassungen vorgenommen werden.

Kommerzielle Nachfrager. Das neue Tarifschema für kommerzielle Nachfrager $T(E(q_i), p(q_i))$ besteht aus einer Grundgebühr $E(q_i)$ und einem Verbrauchspreis $p(q_i)$, beide abhängig von der Höhe der nachgefragten Menge q_i . Die Gleichungen für $E(q_i)$ und $p(q_i)$ wurden mittels eines Optimierungsproblems hergeleitet: Die soziale Wohlfahrtsfunktion wurde maximiert unter der break-even-Nebenbedingung, als formaler Ansatz diente die Multiplikatormethode von

Lagrange. Aufgrund der Datenlage konnte die explizite Ausformulierung der Tarifkomponenten nicht vorgenommen werden, jedoch wurden die impliziten Formeln interpretiert. Die Gleichung für die Grundgebühr $E(q_i)$ stellt die Umformulierung der Nebenbedingung dar und steht damit im linearen Zusammenhang mit den restlichen Einnahmen und den zu deckenden Totalkosten. Die Interpretation der Gleichung für die Verbrauchsgebühr $p(q_i)$ gestaltete sich schwieriger. Sie kann auf zwei verschiedene Arten vorgenommen werden: mit und ohne der Preiselastizität der Nachfrage η . Beiden Interpretationen gleich ist das Vorhandensein der Ramsey-Zahl α . Die Ramsey-Zahl ist eine Grösse zwischen 0 und 1 und gibt an, wie gross der Preisaufschlag auf die Grenzkosten sein muss, damit die Fixkosten durch die Einnahmen gedeckt werden. α ist dementsprechend abhängig von der Kostenstruktur des Unternehmens, und zwar von den Anteilen der Fix- und variablen Kosten. Erfolgt die Interpretation ohne η , ist $p(q_i)$ eine Funktion der Grenzkosten plus einem von der Menge abhängigen Aufschlag, welcher unter anderem vom Kehrwert der Ramsey-Zahl α abhängt. Die zweite Art, die Gleichung für $p(q_i)$ zu interpretieren, erfolgt mittels der Inversen Elastizitätenregel (IER), welche den Preisaufschlag auf die Grenzkosten definiert, der notwendig ist, um die hohen Fixkosten eines natürlichen Monopols zu decken. Zentral dabei ist, dass der Preisaufschlag abhängig ist von der Ramsey-Zahl α (oder im vorliegenden Fall von deren Kehrwert) und dem Kehrwert der Preiselastizität der Nachfrage η . Die IER ermöglicht eine Preisdiskriminierung über Kundengruppen. Um die Tarifkomponenten in expliziter Form darstellen zu können und folglich die numerischen Werte des Tarifs zu erhalten, müssten die dazu benötigten Grössen in einem aufwendigen Verfahren mittels empirischer Daten geschätzt werden. Ein Anwendungsbeispiel erläuterte schemenhaft, wie sich der Tarifplan in der Praxis gestalten könnte. Bei der Gegenüberstellung des heute angewendeten Tarifs und dem vorgeschlagenen Tarif für kommerzielle Nutzer wurde ersichtlich, dass sich die Durchschnittspreise im neuen Tarifschema wesentlich ausgeglichener gestalten und die Wasserrechnungen in vier der fünf Fälle wesentlich tiefer ausfallen würden.

Private Nachfrager. Für die Gruppe der privaten Nachfrager wurde vorgeschlagen, die alte Tarifstruktur beizubehalten. Der Tarif muss aber aus zwei Gründen modifiziert werden: Erstens erwies sich die Berechnungsgrundlage der Grundgebühr als ökonomisch ineffizient und muss demnach abgeändert werden, und zweitens muss der Tarif derart verändert werden, dass die Vollkostendeckung auch unter der Annahme einer weiter abnehmenden Nachfrage gesichert ist. Beide Elemente der Berechnungsgrundlage erwiesen sich als ineffizient und sollten daher in Zukunft nicht mehr verwendet werden. Die Höhe der Grundgebühr könnte neu bei-

spielsweise an die Anzahl in einer Liegenschaft wohnender Personen gebunden werden. Dieses Vorgehen würde jedoch einen relativ grossen administrativen Aufwand mit sich ziehen, und es ist fraglich, mit welcher Gewichtung beispielsweise Kleinkinder in die Rechnung eingehen sollten. Alternativ könnte der Berechnung der Grundgebühr die Wohnungsfläche in Quadratmetern zugrunde gelegt werden. Die dazu benötigten Daten müssten nur ein einziges mal erhoben werden, was mit einem geringen administrativen Aufwand verbunden wäre. Da heutzutage aber gerade in den Städten viele Singles und kinderlose Paare relativ grosse Wohnungen bewohnen, hätten diese Nachfrager einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Wassergebühren zu entrichten. Eine dritte Möglichkeit wäre die Anbindung der Grundgebühr an den tatsächlichen Wasserverbrauch. Diese Vorgehensweise wäre von hoher ökonomischer Effizienz, mit dem Nachteil jedoch, dass bei einem Wassernachfragerückgang die Rate der Grundgebühr an den neuen Gesamtwasserverbrauch angepasst werden müsste, damit die Fixkostendeckung weiterhin gesichert wäre.

Die langfristige Sicherung der Vollkostendeckung könnte auf zwei verschiedene Arten erfolgen. Die eine Möglichkeit ist, den Tarif vollständig an die Kostenstruktur des Wasserversorgers anzupassen, damit sich Einnahmen und Ausgaben bei Veränderungen in der Totalnachfrage deckungsgleich entwickeln. Vom Standpunkt der ökonomischen Effizienz wäre dies die korrekte Lösung. Da sich die Fixkosten des Unternehmens auf ungefähr 95% belaufen, hätte diese Tarifsetzung jedoch eine sehr hohe Grundgebühr und eine verschwindend kleine Verbrauchsgebühr zur Folge. Eine andere Möglichkeit wäre, für den bestehenden Tarif ein ökonomisches Instrument zu entwickeln, mittels dessen die Tarifhöhe auf eine einfache Weise an veränderte Nachfragestrukturen angepasst werden kann, ohne die Struktur des Tarifs zu verändern. Bei Vorliegen der expliziten Gleichungen für die Tarifkomponenten wäre lediglich eine EDV-Applikation zu programmieren, die anhand der vorliegenden Tarifstruktur und den aktuellen Daten zu Kosten- und Nachfrageverlauf für die mittelfristige Zukunft die optimalen Grössen der Tarifkomponenten berechnet.

Um die Preissetzung noch effizienter zu gestalten, müsste jede einzelne Wohneinheit über einen eigenen Wasserzähler verfügen. Die konsumentenseitige Investition in einen eigenen Wasserzählers könnte auf freiwilliger Basis erfolgen, indem für Nachfrager mit eigenem Wasserzähler ein alternativer, attraktiver Tarif angeboten würde. Damit wäre eine Steigerung der Gesamtwohlfahrt im Sinne Paretos gegeben.

ii) Diskussion und Kritik der Fragestellung

Die Evaluation der Aspekte eines neuen Tarifsystems für die Wasserversorgung der Stadt Zürich liefert ein interessantes Anwendungsbeispiel für die Theorie der nichtlinearen Tarife. Nichtlineare Tarife bieten eine grosse Anzahl von Möglichkeiten für die Preissetzung eines Guts, immer dann, wenn lineare Grenzkostenpreise aus Gründen der Kostenstruktur nicht möglich sind. Nichtlineare Tarife werden in zahlreichen Industrien angewendet, und deren Diskussion ist dementsprechend von grosser Relevanz. Für die Wasserversorgung der Stadt Zürich wurde ein neues Tarifsystem evaluiert, welches die langfristige Totalkostendeckung sichern würde und zusätzlich ökonomisch effizienter wäre als das bestehende Modell. Die daraus entstandenen formalen Gleichungen für den Tarif der kommerziellen Nachfrager sind jedoch impliziter Natur. Zur Ausarbeitung der expliziten, numerischen Elemente des neuen Tarifschemas bedarf es der Schätzung diverser benötigter Grössen mittels empirischer Daten. Die Datenerhebung und nachfolgende Schätzungen sind mit einem enormen Aufwand verbunden und konnten daher in diesem Rahmen nicht vorgenommen werden. Eine weitere Problematik bei der Modellierung eines *ökonomisch effizienten* Wassertarifs für die Stadt Zürich besteht in der Situation der installierten Wasserzähler. Solange nicht jeder einzelne Nachfrager über einen eigenen Wasserzähler verfügt, kann ein Tarif nachfragerseitig niemals vollständig effizient gestaltet werden. Auf kommerzieller Seite wurden individuelle Wasserzähler vorgeschlagen. Bei der Diskussion des Tarifs der privaten Nachfrager wurde auf die ungenügende Anzahl an Wasserzählern Rücksicht genommen, demzufolge mussten jedoch Kompromisse im Effizienzanspruch gemacht werden. Eine letzte kritische Anmerkung bezieht sich auf die Implementierung eines jeden neuen Tarifs. Die Modellierung eines neuen Tarifs erfolgt aufgrund der vorherrschenden Nachfragestruktur. Es kann nicht vorausgesagt werden, wie die Nachfrager auf einen neuen Tarif reagieren, d.h. ob sich die Nachfragestruktur und die Gesamtnachfrage verändern würden. Daher muss die Reaktion der Nachfrager nach der Einführung eines neuen Tarifs stets überprüft und der Tarif gegebenenfalls an die neue Nachfragesituation nachträglich angepasst werden.

iii) Offene Fragen

Die wohl eminenteste offene Frage betrifft den expliziten Tarif für kommerzielle Nachfrager. Welche mathematische Form nähmen die expliziten Gleichungen der zwei Tarifelemente und welche Werte die numerischen Grössen an?

Eine weitere offene Frage ist, ob sich die Installation eigener Wasserzähler für kommerzielle und private Kunden finanziell tatsächlich lohnen würde. Falls dem so wäre, könnten die Wassertarife noch differenzierter gestaltet werden. Zur künftigen Tarifsetzung im Wassersektor im Allgemeinen sagt Herrington (2002): „Zweifellos ist damit zu rechnen, dass die Tarife im Laufe der Zeit immer differenzierter werden. Da fortschrittliche Technologie den Aufwand zum Angebot derartiger Tarife sinken lässt, werden auch saisonale Tarife möglich.“

Eine dritte offene Frage besteht darin, wie sich die Nachfrage nach Wasser und die Bedeutung von Wasser in Zukunft entwickeln werden, speziell im Fall Zürichs, aber auch in globaler Hinsicht. Wie kostbar wird das Gut Wasser in Zukunft sein, werden die prophezeiten Kriege um das ‚blaue Gold‘ tatsächlich stattfinden? Und falls dem so wäre, würde letztlich ein internationaler Handel mit Wasser etabliert werden, trotz der immens hohen Transportkosten? Die Antwort auf die Frage um den zukünftigen Stellenwert von Wasser kennen wir nicht, aber die Ressource wird wohl nie an seiner zentralen Bedeutung für unsere Welt verlieren, wie bereits rund 600 Jahre v.Chr. der griechische Philosoph Thales von Milet erkannte (Zitat in der Einleitung).

Anhang A: Praxisdaten

(i) Tarif über die Abgabe von Wasser durch die Wasserversorgung Zürich. WVZ (2001)

Tarif ab 1. Jan. 1996
ohne Mehrwertsteuer *

Anschlussgebühren	
a) nach der Leistungsfähigkeit des Anschlusses pro Kubikmeter/Stunde (m ³ /h) der Nenngrösse des Wasserzählers	CHF 2'979.00 <i>Fällig vor Beginn der Anschlussarbeiten</i>
b) nach dem Gebäudewert: 0,397 Prozent der Versicherungssumme gemäss den Werten der Gebäudeversicherung	<i>Fällig nach Vorliegen der Gebäudeschätzung</i>
Verwaltungsgebühren	
Technische Beratung	nach Aufwand
Installationskontrolle	nach Aufwand bzw. Pauschale
Abstellen/Wiederanlassen des Wassers sowie Wegnahme/Wiederaufstellung von Zählern	nach Aufwand
Spezialablesung des Zählers	CHF 50.00
Wiederplombierung von Umgangshahnen	CHF 50.00

Wasserabgabereglement

Anschlüsse an das Hauptleitungsnetz

Zuleitung von der öffentlichen Hauptleitung bis zum Wasserzähler (Art. 2 Abs. 2/3): Die Kosten der Neuerstellung und des Unterhalts der Zuleitung gehen sowohl im öffentlichen als auch im privaten Grund zu Lasten des Bezügers. An die Kosten des Unterhalts der Anlagen ausserhalb des Hauses leistet die Wasserversorgung einen Beitrag von 25 %.

* Der Mehrwertsteuersatz für Wassergebühren beträgt ab 1.1.2001 2,4 % und für übrige Leistungen 7,6 %.

Zürich, August 2003



Tarif über die Abgabe von Wasser durch die Wasserversorgung Zürich

Gemeinderatsbeschluss vom 5. Juli 1989.
Änderung des Wasserabgabetarifs durch die Belastung der Mehrwertsteuer gemäss Gemeinderatsbeschluss vom 6. Dezember 1995:

Wassertarif	
Leistungsgebühr nach der Nenngrösse des Wasserzählers pro Kubikmeter/Stunde (m ³ /h), Jahresgebühr	CHF 49.65
Gebäudegebühr nach der Versicherungssumme gemäss den Werten der Gebäudeversicherung	% 0,2483
Verbrauchspreis pro Kubikmeter Wasser (m ³)	CHF 1.44
Zuschlagsgebühr für Überwasserverbrauch für den über der Zuleitung nach der Zählergrösse liegenden Verbrauch, pro Kubikmeter Wasser (m ³)	CHF 1.44
Wasserabgabe für Klimaanlagen Zuschlagstaxe pro Jahr, nach kalibrierter Leistung in Liter / Minute	CHF 79.44
Vortübergende Wasserabgabe	
Leistungsgebühr nach der Nenngrösse des Wasserzählers pro Kubikmeter/Stunde (m ³ /h), Jahresgebühr angebrochene Monate pro rata, mind. jedoch pro Kubikmeter/Stunde (m ³ /h) der Nenngrösse des Wasserzählers	CHF 99.30
Verbrauchspreis pro Kubikmeter Wasser (m ³)	CHF 49.65
	CHF 1.99

* Der Mehrwertsteuersatz für Wassergebühren beträgt ab 1.1.2001 2,4 % und für übrige Leistungen 7,6 %.

(ii) Überwasserverbrauch. WVZ (2001)

Der Überwasserverbrauch ist die Wassermenge, welche folgende Tageszuteilung überschreitet:

Zählergrösse m³/h	Tageszuteilung m³
3	1
5	3
7	6
10	12
13*	16*
16*	20*
20	25
23*	40*
26*	55*
30	69
50	186
70	376
115	628
165	986
280	2236

* fiktive Rechnungswerte

(iii) «Summary of performance of alternative tariff structures against design objectives». WSP (2003)

Tariff Structure	Cost Recovery	Economic Efficiency	Equity	Affordability
Uniform Volumetric Charge	Good If set at appropriate level, moreover revenues adjust automatically to changing consumption.	Good If set at or near marginal cost of water.	Good People pay according to how much they actually use.	Good Can be differentiated by ability to pay, and people can limit their bills by reducing consumption.
Increasing Block Tariff	Good But only if the size and height of the blocks are well designed.	Poor Typically little water is actually sold at marginal cost.	Poor People do not pay according to the costs their water use imposes on the utility.	Poor Penalizes poor families with large households and/or shared connections.
Decreasing Block Tariff	Good But only if the size and height of the blocks are well designed.	Poor Typically little water is actually sold at marginal cost.	Poor People do not pay according to the costs their water use imposes on the utility.	Poor Penalizes poor families with low levels of consumption.

(iv) Tarifschema der «Anglian Water» für kommerzielle Kunden.

Anglian Water (2005)

Business Customer Charges	
amount used	tariff options
more than 50'000 cubic metres a year	industrial tariff is compulsory
between 5'000 and 50'000 cubic metres a year	streamline blue
between 500 and 5'000 cubic metres a year	streamline orange
less than 500 cubic metres a year	streamline green

Industrial

an annual fixed charge	£8'300.00
and either	
a volumetric charge per cubic metre	17.59p
and	
a maximum daily demand charge per cubic metre of peak day demand	£108.30
or	
a volumetric charge per cubic metre (non-potable supply)	16.17p
and	
a maximum daily demand charge per cubic metre of peak day demand (non-potable supply)	£99.53

Streamline blue

an annual fixed charge	£495.00
and either	
a volumetric charge per cubic metre	73.81p
or	
a volumetric charge per cubic metre (non-potable supply)	66.43p

Streamline orange

an annual fixed charge	£63.00
and either	
a volumetric charge per cubic metre	82.45p
or	
a volumetric charge per cubic metre (non-potable supply)	74.21p

Streamline green

an annual fixed charge	£45.00
and	
a volumetric charge per cubic metre	86.07p

(v) Berechnungsbeispiele für Wassergebühren verschiedener Liegenschaften, welche zu Wohnzwecken genutzt werden. WVZ (2005b)

Beispiel 1: 1-Personenhaushalt in einer 2-Zimmerwohnung in einem 15-Familienhaus

Jährliche Grundgebühr Wasser bestehend aus

a) Gebäudegebühr: 0,2483 ‰ vom Versicherungswert des Gebäudes
Wert CHF 2'906'400.00, davon
0,2483 ‰ = CHF 721.65
und

b) Leistungsgebühr: 7 m³ / h-Zähler à CHF 49.65 = CHF 347.55

Total jährliche Grundgebühr = CHF 1'069.20
Anteil Wohnung CHF 71.28

Verbrauch Trinkwasser 60 m³ à CHF 1.44 CHF 86.40
Total Wasser CHF 157.68
inkl. 2,4 % Mehrwertsteuer = Total CHF 161.46

Durchschnittspreis pro m³ Wasser CHF 2.69

Beispiel 2: 2-Personenhaushalt in 3-Zimmerwohnung in einem 8-Familienhaus

Jährliche Grundgebühr Wasser bestehend aus

a) Gebäudegebühr: 0,2483 ‰ vom Versicherungswert des Gebäudes
Wert CHF 1'108'800.00, davon 0,2483 ‰ = CHF 275.30
und

b) Leistungsgebühr: 7 m³ / h-Zähler à CHF 49.65 = CHF 347.55

Total jährliche Grundgebühr = CHF 622.86
Anteil Wohnung CHF 77.86

Verbrauch Trinkwasser 120 m³ à CHF 1.44 CHF 172.80
Total Wasser CHF 250.66
inkl. 2,4 % Mehrwertsteuer = Total CHF 256.68

Durchschnittspreis pro m³ Wasser CHF 2.14

Beispiel 3: 3-Personenhaushalt in 4-Zimmerwohnung in einem 5-Familienhaus

Jährliche Grundgebühr Wasser bestehend aus

a) Gebäudegebühr: 0,2483 ‰ vom Versicherungswert des Gebäudes Wert CHF 966'000.00, davon 0,2483 ‰ = CHF 239.85

und

b) Leitungsgebühr: 5 m³ / h-Zähler à CHF 49.65 CHF 248.36

Total jährliche Grundgebühr = CHF 488.10

Anteil Wohnung CHF 97.62

Verbrauch Trinkwasser 200 m³ à CHF 1.44 CHF 288.00

Total Wasser CHF 385.62

inkl. 2,4 % Mehrwertsteuer = Total CHF 394.87

Durchschnittspreis pro m³ Wasser CHF 1.97

Beispiel 4: 4-Personenhaushalt in 6-Zimmer-Einfamilienhaus

Jährliche Grundgebühr Wasser bestehend aus

a) Gebäudegebühr: 0,2483 ‰ vom Versicherungswert des Gebäudes Wert CHF 646'800.00, davon 0,2483 ‰ = CHF 160.60

und

b) Leistungsgebühr: 5 m³ / h-Zähler à 49.65 = CHF 248.25

Total jährliche Grundgebühr für das Einfamilienhaus = CHF 408.85

Verbrauch Trinkwasser 230 m³ à CHF 1.44 CHF 331.20

Total Wasser CHF 739.45

inkl. 2,4 % Mehrwertsteuer = Total CHF 757.20

Durchschnittspreis pro m³ Wasser CHF 3.29

(vi) Wassergebühren von fünf kommerziellen Nachfragern der Stadt Zürich¹.

		kleines Bürogebäude	Restaurant mittelgross	großes Bürogebäude (R) ⁴	großes Hotel (R) ⁴	Hallenbad
Wasserverbrauch (m³)²		446	3'845	21'021	49'000	74'880
Tarif alt²	Leistungsgebühr (CHF)	348 (13.6%)	645 (9.3%)	3'475 (3.3%)	3'475 (3.2%)	8'192 (6.6%)
	Gebäudegebühr (CHF)	1'570 (61.3%)	745 (10.8%)	72'018 (68.1%)	34'906 (32.0%)	8'280 (6.7%)
	Verbrauch Wasser (CHF)	642 (25.1%)	5'537 (79.9%)	30'270 (28.6%)	70'571 (64.8%)	107'827 86.7%)
	Totalausgaben pro Jahr (CHF)	2'560 (100%)	6'927 (100%)	105'763 (100%)	108'952 (100%)	124'299 (100%)
	Durchschnittspreis pro m³ (CHF)	5.74	1.80	5.03	2.22	1.66
Tarif neu³	Tarifoption	Grün	Gelb	Blau	Blau	Industriell
	Grundgebühr (CHF)	156	2'116	25'864	25'864	282'150
	Verbrauch Wasser (CHF)	624	4'421	19'760	46'060	62'899
	Totalausgaben pro Jahr (CHF)	780	6'537	45'624	71'924	345'049
	Durchschnittspreis pro m³ (CHF)	1.75	1.70	2.17	1.47	4.61
Veränderung von alt zu neu (CHF)		-1'780	-390	-60'139	-37'028	+220'750
Ausgaben neu in Prozent der Ausgaben alt		30%	94%	43%	66%	278%

Anmerkungen:

- 1 Aus Datenschutzgründen können die Namen der Kunden nicht veröffentlicht werden.
- 2 Daten der Wasserversorgung Zürich, Abrechnungsperiode 2004/2005. WVZ (2005c)
- 3 Gleicher Wasserverbrauch wie bei Tarif alt. Berechnungsgrundlage für Tarifberechnung: Kapitel 4.4, Tabelle 4.4: Tarifplan für kommerzielle Nachfrager.
- 4 Die Wasserversorgung der mit einem (R) versehenen Liegenschaften erfolgt über eine Ringleitung. Eine solche Leitung versorgt mehrere Liegenschaften mit Wasser, mit nur einem einzigen Wasserzähler. Die angegebenen Zahlen stehen daher für *alle* Liegenschaften, welche mit der Ringleitung abgedeckt sind (4-5 Liegenschaften).

Anhang B: mathematische Herleitungen

(i) Umformung von (13) zu (15)

$$\frac{dL}{dq_i} = p(q_i) - E'(q_i) - p(q_i) - p'(q_i)q_i - \lambda E'(q_i) - \lambda p(q_i) - \lambda p'(q_i)q_i + \lambda c \stackrel{!}{=} 0$$

$$\lambda p(q_i) = -E'(q_i) - p'(q_i)q_i - \lambda E'(q_i) - \lambda p'(q_i)q_i + \lambda c$$

$$\Leftrightarrow p(q_i) = -\frac{E'(q_i)}{\lambda} - \frac{p'(q_i)q_i}{\lambda} - E'(q_i) - p'(q_i)q_i + c$$

$$\Leftrightarrow p(q_i) = c - \left(\frac{1+\lambda}{\lambda} \right) (E'(q_i) + p'(q_i)q_i)$$

(ii) Umformung von (14) zu (16)

$$\frac{dL}{d\lambda} = \sum_{i=1}^n [E(q_i) + p(q_i)q_i] + G^K - K^K - \sum_{i=1}^n cq_i \stackrel{!}{=} 0$$

$$\Leftrightarrow \sum_{i=1}^n E(q_i) = K^K + \sum_{i=1}^n cq_i - G^K - \sum_{i=1}^n p(q_i)q_i$$

$$\Leftrightarrow E(q_i) = \frac{K^K}{Q^K} q_i + cq_i - \frac{G^K}{Q^K} q_i - p(q_i)q_i$$

(iii) Umformung von (15) zu (23)

$$p(q_i) = c - \frac{1}{\alpha} (E'(q_i) + p'(q_i)q_i) \quad \text{mit} \quad \left(\frac{1+\lambda}{\lambda} \right) = \frac{1}{\alpha}$$

$$\Leftrightarrow \frac{p(q_i) - c}{p(q_i)} = \frac{1}{\alpha} \left(-\frac{E'(q_i)}{p(q_i)} - \frac{p'(q_i)q_i}{p(q_i)} \right)$$

$$\Leftrightarrow \frac{p(q_i) - c}{p(q_i)} = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{1}{\eta} - \frac{E'(q_i)}{p(q_i)} \right)$$

(iv) Umformung von (23) zu (24)

$$\frac{p(q_i) - c}{p(q_i)} = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{1}{\eta} - \frac{E'(q_i)}{p(q_i)} \right)$$

$$p(q_i) = c + \frac{1}{\alpha} \left(\frac{1}{\eta} p(q_i) - E'(q_i) \right)$$

$$\Leftrightarrow p(q_i) = \frac{c - \frac{E'}{\alpha}}{1 - \frac{1}{\eta\alpha}}$$

Anhang C: Berechnung der für das Praxisbeispiel benötigten numerischen Grössen

- Berechnungsgrundlage: Erfolgsrechnung 2004 der Wasserversorgung Zürich (WVZ, 2005a)
- Geldwerte in CHF
- Wassermengen in Kubikmeter (m³)

(i) Berechnung von Q^K

Q = Wasserverkauf an die städtischen Nachfrager (privat und kommerziell). Davon:

Q^H = Gesamtwasserverbrauch der städt. privaten Nachfrager. Annahme: $Q^H=0.7Q$

Q^K = Gesamtwasserverbrauch der städt. kommerziellen Nachfrager. Annahme: $Q^K=0.3Q$

$$Q = Q^H + Q^K = 45'540'000\text{m}^3$$

$$Q^K = Q * 0.3 = 45'540'000 \text{ m}^3 * 0.3 = 13'660'000\text{m}^3$$

$Q^K = 13'660'000\text{m}^3$

(ii) Berechnung von $C(Q^K)$

Ein Teil des Gesamtaufwands der WVZ wird mit Einnahmen gedeckt, die *nicht* aus dem Wassergeschäft entspringen. Anstelle des ausgewiesenen *Aufwands* werden zur Berechnung der zu deckenden Totalkosten $C(Q^K)$ daher die *Einnahmen* aus dem Wassergeschäft verwendet. Damit wird impliziert, dass der neue Tarif dieselben Einnahmen aus dem Wassergeschäft erzielt, wie dies heute der Fall ist.

Definition Totalkosten: $C(Q^K) = \Sigma T^K$

Entgelte aus Wasserabgabe an die Stadt: $95'238'105 = \Sigma T^H + \Sigma T^K$

Damit gilt für $C(Q^K)$: (wiederum Annahme, dass $Q^K=0.3Q$)

$$C(Q^K) = \Sigma T^K = 0.3 * C(Q) = 95'238'105 * 0.3 = 28'571'431.5$$

$$C(Q^K) = 28'571'431.5 \text{ CHF}$$

(iii) Berechnung von $C(\bar{q}_i)$

Anhand der Daten aus (i) und (ii) kann nun $C(\bar{q}_i)$ berechnet werden:

$$C(\bar{q}_i) = \frac{C(Q^K)}{Q^K} \bar{q}_i$$

$$\Leftrightarrow C(\bar{q}_i) = \frac{28571431.5}{13660000} \bar{q}_i = 2.09 * \bar{q}_i$$

$$C(\bar{q}_i) = 2.09 * \bar{q}_i$$

Literaturverzeichnis

- Anglian Water (2005): *Business Customer Charges*. Anglian Water, UK.
<http://www.anglianwater.co.uk>
- Baumol, William J. und David F. Bradford (1970): «Optimal Departures from Marginal Cost Pricing». *The American Economic Review*, Vol. 60: 265-283.
- Boiteux, Marcel (1956): «Sur la gestion des Monopoles Publics astreints a l'équilibre budgétaire». *Econometrica*, Vol. 24: 22-40.
- Brown, Stephen J. und David S. Sibley (1986): *The theory of public utility pricing*. Cambridge (Cambridge University Press).
- Feldstein, Martin S. (1972): «Equity and Efficiency in Public Sector Pricing: The Optimal Two-Part Tariff». *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 86: 175-187.
- Feusi, A. (2003): «Hochwertiges Produkt zum Günstigtarif». *Neue Zürcher Zeitung*, 28.10.2005, s.79.
- Firma (2003): *List of factors (suggested and proven) that influence consumer behaviour in relation to water consumption*. Firma, University of Surrey (Guildford, UK). <http://firma.cfpm.org>
- Frey, Bruno S. und Gebhard Kirchgässner (2002): *Demokratische Wirtschaftspolitik*. München (Verlag Franz Vahlen).
- Furrer, Jürg (2004): *Möglichkeiten und ökonomische Zweckmässigkeit einer Privatisierung und Regulierung der Trinkwasserversorgung*. Dissertation der Universität St.Gallen, St. Gallen.
- Gleick, Peter H. (1998): «The human right to water». *Water Policy*, Vol. 1: 487-503. Oakland, CA (Elsevier).
- Goldman, M. Barry, Hayne E. Leland und David S. Sibley (1984): «Optimal Nonuniform Pricing». *Review of Economic Studies*, Vol. 51: 305-319.
- Green, Colin (2003): *Handbook of water economics: principles and practice*. Chichester (Wiley).
- Helvetas (2005): *Wege verkürzen – Armut verringern!* Helvetas (Schweiz).
<http://www.helvetas.ch>
- Herrington, Paul Dr. (2002): *Trinkwasserschutz durch Marktmechanismen - internationale Erfahrungen*. OOWV Wasserforum, Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband. <http://www.oovw.de>

- Industrie- und Handelskammer Berlin (2005): *Berlin braucht wettbewerbsfähige Wasserpreise*. Industrie- und Handelskammer Berlin, Vereinigung der Unternehmensverbände in Berlin und Brandenburg e.V. (UVB) und Handwerkskammer Berlin. <http://www.hwk-berlin.de>
- Maskin, Eric und John Riley (1984): «Monopoly with Incomplete Information». *Rand Journal of Economics*, Vol. 15: 171-196.
- Miravete, Eugenio J. (2003): *The Limited Gains From Complex Tariffs*. Department of Economics, University of Pennsylvania.
- OECD (1999a): *The price of water. Trends in OECD countries*. Paris (OECD).
- OECD (1999b): *Household water pricing in OECD countries*. Paris (OECD).
- OECD (2003): *Improving water management: recent OECD experience*. Paris (OECD).
- Oi, Walter Y. (1971): «A Disneyland Dilemma: Two-Part Tariffs for a Mickey Mouse Monopoly». *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 85: 77–96.
- Ng, Yew-Kwang und Mendel Weisser (1974): «Optimal Pricing with a Budget Constraint – The Case of the Two-Part Tariff». *Review of Economic Studies*, Vol. 41: 337-345.
- North Carolina Cooperative Extension Service (1996): *Water Quality and Waste Management: Liquid Assets for Your Bakery*. North Carolina Cooperative Extension Service, North Carolina State University (USA).
<http://www.p2pays.org/ref/01/00029.htm>
- Ramsey, Frank P. (1927): «A Contribution to the Theory of Taxation». *Economic Journal*, Vol. 37: 47-61.
- Rommelfanger, Heinrich (1999): *Mathematik für Wirtschaftswissenschaftler I*. 4. Auflage. Heidelberg (Spektrum Verlag).
- Schmalensee, Richard (1981): «Monopolistic Two-Part Pricing Arrangments». *Bell Journal of Economics*, Vol. 12: 445-466.
- Spulber, Nicolas und Asghar Sabbaghi (1994): *Economics of Water Resources: From Regulation to Privatization*. Norwell, MA (Kluwer Academic Publishers).
- SVGW (2005): *Mediencommuniqué Weltwassertag 2005*. SVGW, Zürich.
- Wilson, Robert B. (1993): *Nonlinear Pricing*. New York, N.Y. (Oxford University Press).
- WSP (2003): *Water Tariffs and Subsidies in South Asia Paper 1: Understanding the Basics*. Water and Sanitation Program, Washington DC. <http://www.wsp.org>

- WVZ (2000): *Reglement und Tarif über die Abgabe von Wasser*. Wasserversorgung Zürich.
- WVZ (2001): *Tarif über die Abgabe von Wasser durch die Wasserversorgung Zürich*. Wasserversorgung Zürich. (Kurzversion von WVZ (2000)).
- WVZ (2005a): *Geschäftsbericht 2004 der Wasserversorgung Zürich*. Wasserversorgung Zürich.
- WVZ (2005b): *Berechnungsbeispiele*. Wasserversorgung Zürich.
<http://www3.stzh.ch/internet/wvz/home.html>
- WVZ (2005c): *Ausgewählte Gebührenrechnungen der Wasserversorgung Zürich, Abrechnungsperiode 2004/2005*.