

---

# **Siedlungsentwicklung und Infrastrukturkosten**

**Schlussbericht**

**im Auftrag von:**

**Bundesamt für Raumentwicklung**

**Staatssekretariat für Wirtschaft**

**Amt für Gemeinden und Raumordnung des  
Kantons Bern**

**August 2000**



CH-3005 Bern - Thunstr. 22 - Tel. 031 356 61 61  
CH-6460 Altdorf - Postfach - Tel. 041 870 90 60

---

---

### **Auftraggeber**

Die Ausarbeitung der Studie erfolgte im Auftrag der folgenden Stellen:

- Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)
- Dienst für Gesamtverkehrsfragen (ab 1.6.2000 Teil des ARE, vorher GS UVEK)
- Abteilung Regional- und Raumordnungspolitik, Staatssekretariat für Wirtschaft (seco)
- Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern (AGR)

Die Erarbeitung wurde durch eine Begleitgruppe mit folgenden Mitgliedern unterstützt:

- Baumgartner F. (Vorsitz), ARE
- Cattaneo P., ARE
- Madziel J.-F., Dienst für Gesamtverkehrsfragen, ARE
- Meier B., AGR
- Mordasini R., seco
- Rist A., Dienst für Gesamtverkehrsfragen, ARE
- Rupp M., ecoptima AG Bern
- Rytz P., AGR
- Seewer U., Dienst für Gesamtverkehrsfragen, ARE

### **ECOPLAN-Projektteam**

Stefan Suter (Projektleitung)

André Müller

Heini Sommer

David Kramer

---

# Inhaltsübersicht

<b>Kurzfassung .....</b>	<b>K - 1</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Festlegungen und Kostenkonzept .....</b>	<b>5</b>
<b>3 Abwasserentsorgung .....</b>	<b>23</b>
<b>4 Wasserversorgung.....</b>	<b>41</b>
<b>5 Verkehr .....</b>	<b>58</b>
<b>6 Stromversorgung .....</b>	<b>86</b>
<b>7 Infrastrukturbereiche Abfall, Telekommunikation und Energieversorgung .....</b>	<b>103</b>
<b>8 Infrastruktur im weiteren Sinn .....</b>	<b>110</b>
<b>9 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen .....</b>	<b>125</b>
<b>Quellenverzeichnis.....</b>	<b>138</b>
<b>Anhang A: Mengengerüst .....</b>	<b>A - 1</b>
<b>Anhang B: Wertgerüst.....</b>	<b>B - 1</b>
<b>Anhang C: Ergebnisse.....</b>	<b>C - 1</b>

## Kurzfassung

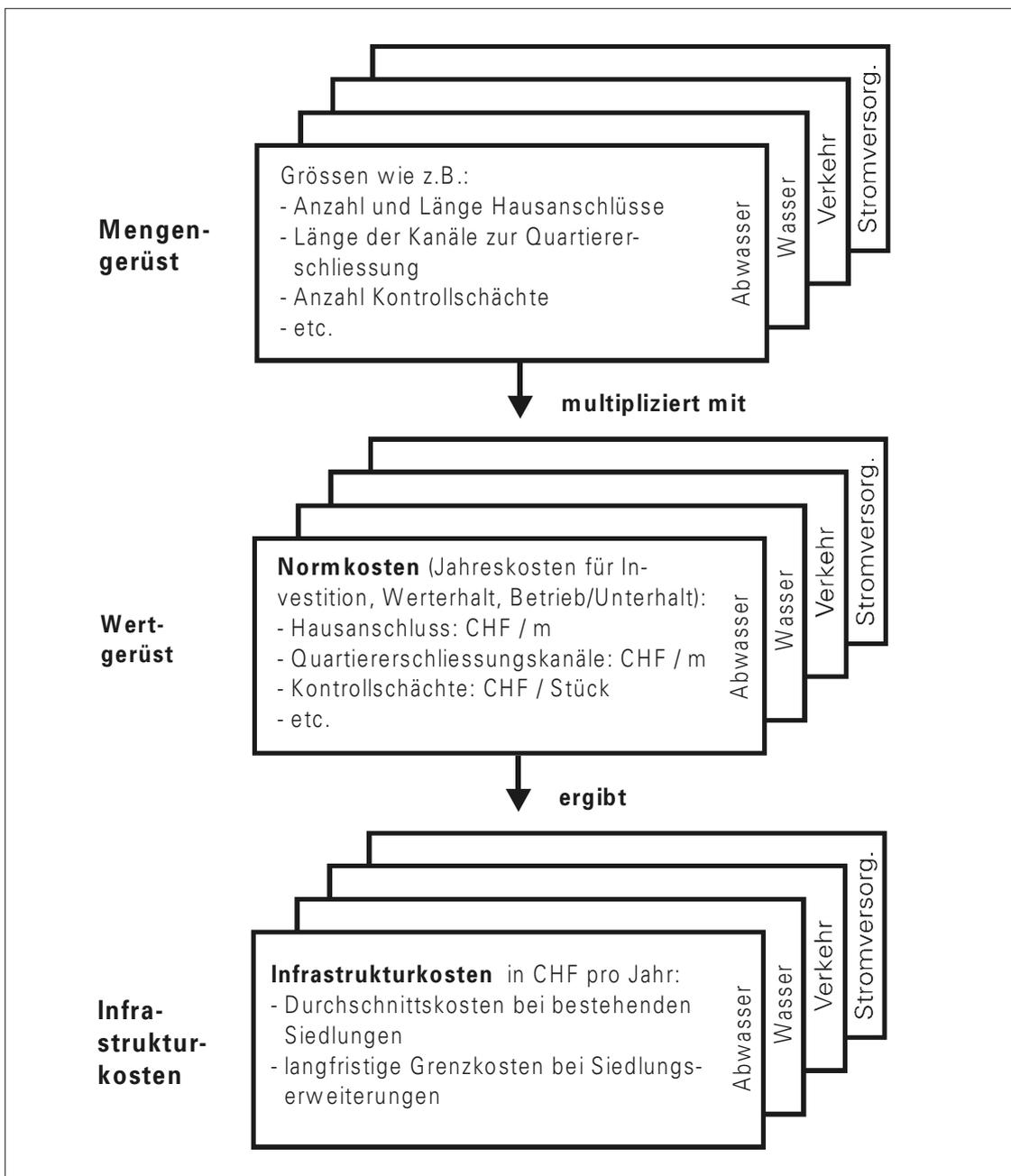
**„Die Fortführung der gegenwärtigen Trends in der Raumentwicklung ist nicht finanzierbar. Mit der Zersiedelung drohen steigende Kosten für den Bau, den Betrieb und den Unterhalt von Infrastrukturanlagen“. Diesen Schluss zog der Bundesrat 1996 in seinem Bericht „Grundzüge der Raumordnung Schweiz“. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zum Thema Siedlungsentwicklung und Infrastrukturkosten bestätigen die kostensteigernde Wirkung von Zersiedelungstendenzen. Die detaillierten Berechnungen zeigen, dass ein flächiges Siedlungswachstum nach Aussen ein Vielfaches der Infrastrukturkosten verursacht, die bei einer stärker nach innen gerichteten, also auf Verdichtungen und Auffüllungen beruhenden Siedlungsentwicklung anfallen.**

Die Erkenntnis, dass mit einer verdichteten Bauweise und kompakten Siedlungsformen Infrastrukturkosten eingespart werden können, ist nicht neu. Sie wurde bei der Analyse von Fallbeispielen aus Gemeinden bereits mehrfach nachgewiesen. Die neu verfügbaren Zahlen zeigen nun in einem weiter als bei Fallbeispielen gefassten Rahmen, dass die Infrastrukturkosten der Zersiedelung bedeutend sind: Eine räumlich disperse Siedlungsentwicklung kann in den Infrastrukturbereichen Abwasserentsorgung, Wasserversorgung, Verkehr und Stromversorgung bis zu rund drei Mal höheren Kosten pro Kopf führen, als dies bei einer verdichteten Siedlungsentwicklung nach innen der Fall wäre. Da die Nutzniessenden der Infrastruktur nicht in allen Fällen für die vollständige Finanzierung aufkommen, belasten diese höheren Kosten nicht nur die privaten Haushalte, sondern auch die öffentliche Hand.

Schliesslich zeigt die vorliegende Untersuchung, dass die Gebühren- und Abgabensysteme zur Finanzierung der Infrastrukturanlagen vielfach zu wenig verursacherorientiert ausgestaltet sind. Es werden nicht nur jene, welche die höheren Infrastrukturkosten verursachen, zur Kasse gebeten. Vielmehr bestehen Quersubventionierungen: Die Einwohnerinnen und Einwohner von kompakten und damit aus Sicht der Infrastruktur kostengünstigen Siedlungen tragen die Kosten der Zersiedelung mit.

### **Berechnung der Infrastrukturkosten unterschiedlicher Siedlungsstrukturen über ein Normkostenmodell**

Zahlreiche Untersuchungen von konkreten Fallbeispielen aus Gemeinden haben in der Vergangenheit den Zusammenhang zwischen Infrastrukturkosten und Siedlungsstrukturen aufgezeigt. Mit der vorliegenden Untersuchung ist angestrebt worden, diesen Zusammenhang losgelöst von Fallbeispielen in einem weiteren Rahmen quantitativ darzustellen. Zu diesem Zweck wurde ein so genanntes Normkostenmodell erarbeitet. Mit diesem Modell sind anschliessend die siedlungsstrukturbedingten Unterschiede bei den Infrastrukturkosten berechnet worden. Der Grundgedanke des Modells ist in Grafik K-1 dargestellt.

**Grafik K-1: Das Normkostenmodell zur Berechnung der Infrastrukturkosten**

Die Siedlungsstruktur beeinflusst insbesondere das Mengengerüst des Berechnungsmodells: So braucht es in einem dünn besiedelten Gebiet beispielsweise ein deutlich längeres Kanalnetz um die einzelnen Gebäude an das Abwasserentsorgungssystem anzuschliessen als bei einer verdichteten Siedlungsform.

Um diesen siedlungsspezifischen Unterschieden Rechnung zu tragen sind fünf Siedlungstypen mit unterschiedlicher Siedlungsdichte definiert worden:

- Die geringste Siedlungsdichte weist der Siedlungstyp S1 auf. Es handelt sich um freistehende Einzelgebäude oft ausserhalb der Bauzone. Dieser Siedlungstyp entspricht **Streusiedlungen**, wie sie insbesondere im ländlichen Raum anzutreffen sind.
- Der zweite Siedlungstyp (S2) ist eine klassische **Einfamilienhaussiedlung**.
- Der dritte Typ (S3) ist eine **Reiheneinfamilienhaussiedlung** aktueller Prägung.
- Beim vierten Typ (S4) handelt es sich um eine verdichtete Bauweise in Form eines dreigeschossigen **Wohnblocks**.
- Der fünfte Typ (S5), das mehrgeschossige **Hochhaus**, repräsentiert schliesslich den hoch verdichtet gebauten Siedlungstyp.

Aus Erschliessungsplänen sind für diese fünf Siedlungstypen Daten für das Mengengerüst abgeleitet worden.

Neben der Bauweise spielt für die Berechnung der Infrastrukturkosten unterschiedlicher Siedlungsformen weiter eine Rolle, in welchem Ortstyp sich die betrachtete Siedlung befindet: Das Verlegen und der Unterhalt von Abwasserkanälen zum Beispiel kommt auf städtischem Gebiet teurer zu stehen als in einer ländlichen Gemeinde. Diesen Unterschieden wird im Berechnungsmodell Rechnung getragen, indem bei den Normkostensätzen des Wertgerüsts (z.B. CHF pro Laufmeter Abwasserkanal) zwischen den vier Ortstypen unterschieden wird. Es sind dies die folgenden:

- Beim ersten Ortstyp handelt es sich um eine grössere Schweizer **Stadt**.
- Der zweite Ortstyp ist eine **Agglomerationsgemeinde**.
- Der dritte Ortstyp ist ein **regionales Zentrum** mit 3 - 6'000 Einwohnerinnen und Einwohner.
- Der letzte Ortstyp ist schliesslich eine **kleinere Gemeinde im ländlichen Raum** mit einer Einwohnerzahl von 1'000 bis 1'500. Dieser Ortstyp weist einen vergleichsweise hohen Anteil Streusiedlungen auf.

Die Höhe der Infrastrukturkosten ergibt sich im Berechnungsmodell aus der Multiplikation des Mengengerüsts mit den Normkostensätzen des Wertgerüsts. Im Bericht werden solche Berechnungen einerseits für bestehende Siedlungen und andererseits für Siedlungserweiterungen vorgenommen. Die Berechnungen beschränken sich auf die vier wichtigsten Infrastrukturbereiche:

- Abwasserentsorgung
- Wasserversorgung
- Verkehr
- Stromversorgung.

In allen Bereichen werden sowohl die Investitionskosten als auch die laufenden Kosten aus Unterhalt und Betrieb der Infrastrukturanlagen berücksichtigt. In die Berechnungen einbezogen werden einerseits die innere Erschliessung einer Siedlung (Quartier-

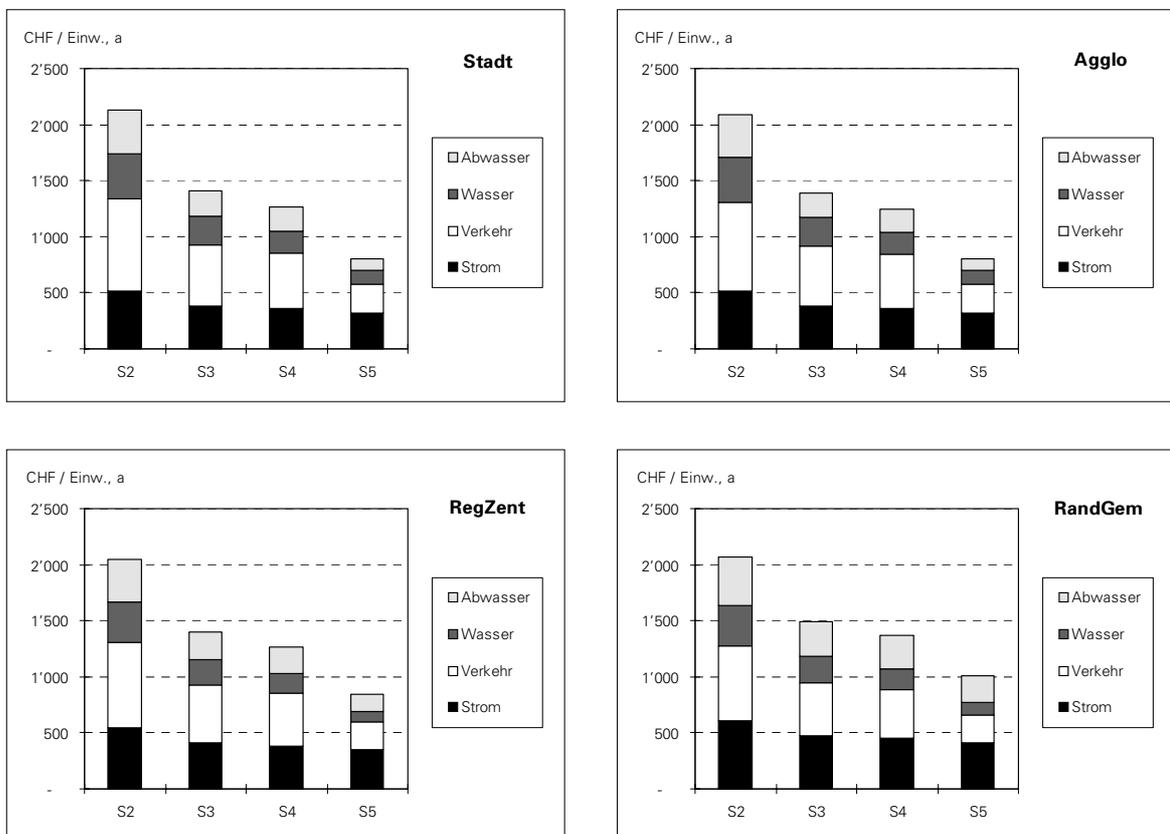
erschliessung) und andererseits ein anrechenbarer Teil der Groberschliessung (Anbindung der Siedlung an bestehende Netze). Im Verkehrsbereich wird zusätzlich auf die Problematik der Folgekosten von Verkehrsunfällen und der Umweltbelastung eingegangen.

In einem ersten Schritt werden die gesamten Infrastrukturkosten berechnet. In einem zweiten Schritt wird anschliessend der Frage nachgegangen, wer die berechneten Kosten trägt: Sind es die Nutzniessenden der Infrastrukturanlagen, welche die von ihnen verursachten Kosten tragen, oder werden Kostenteile auf Dritte und dabei insbesondere das Gemeinwesen überwältigt? Diese Frage ist bedeutsam, weil aus ökonomischer Sicht hohe Kosten nicht an sich, sondern dann problematisch sind, wenn sie durch den Marktmechanismus nicht berücksichtigt werden, also nicht von jenen getragen werden, die sie verursachen.

### Grosse Unterschiede bei den Infrastrukturkosten bestehender Siedlungen

Die Infrastrukturkosten, hier ausgewiesen als Jahreskosten pro EinwohnerIn, unterscheiden sich zwischen den untersuchten Siedlungstypen deutlich. Grafik K-2 zeigt dies für die Siedlungstypen S2 bis S5 in den vier unterschiedenen Ortstypen Stadt, Agglomeration, Regionalzentrum und ländliche Randgemeinde.

**Grafik K-2: Durchschnittliche Infrastrukturkosten unterschiedlicher Siedlungs- und Ortstypen, in CHF / Einw. und Jahr**



Die Berechnungen bestätigen die bisher aus Fallbeispielen gewonnene Erkenntnis, dass die Infrastrukturkosten pro Kopf abnehmen, je dichter die Besiedelung ist. So belaufen sie sich in einer wenig verdichteten Einfamilienhaussiedlung (S2) auf rund 2'000 CHF pro EinwohnerIn und Jahr. Wäre die gleiche Parzelle mit einer Reiheneinfamilienhaussiedlung (S3) bebaut worden, würden die Infrastrukturkosten pro Kopf und Jahr um rund 25% tiefer liegen. Bei einer stark verdichteten Bauweise (S5) würden sich gar nur halb so hohe Infrastrukturkosten pro Kopf ergeben.

Grafik K-2 macht deutlich, dass sich eine verdichtete Bauweise in allen vier betrachteten Infrastrukturbereichen lohnt. Die höchsten pro Kopf-Kosten fallen bei der Verkehrsinfrastruktur an. Hier ergeben sich auch die grössten Unterschiede zwischen den vier Siedlungstypen. Die übrigen drei Bereiche liegen in einer ähnlichen Grössenordnung.

In Grafik K-2 ist der Siedlungstyp 1, die Streusiedlung, nicht eingezeichnet. Der Grund liegt darin, dass dessen Infrastrukturkosten pro Kopf noch einmal deutlich über jenen des zweit teuersten Siedlungstyps liegen: Selbst wenn berücksichtigt wird, dass sich bei der Strasseninfrastruktur methodisch heikle Abgrenzungsfragen stellen (welcher Teil der Strasseninfrastruktur ist den einzelnen Gebäuden der Streusiedlung anzulasten?), fallen bei der Streusiedlung mindestens dreimal höhere Infrastrukturkosten pro Kopf an als bei der ebenfalls „teuren“ Einfamilienhaussiedlung (S2).

Im Verkehrsbereich stellt sich neben der Frage der Kosten von Bau, Unterhalt und Betrieb der Strasseninfrastruktur zusätzlich die Problematik der Folgekosten. Sie resultieren aus Verkehrsunfällen und aus der Umweltbelastung, welche vom motorisierten Strassenverkehr ausgeht. Die Zersiedelung hat Rückwirkungen auf das Verkehrsverhalten. In verdichtet gebauten Siedlungsgebieten fällt das Umsteigen vom motorisierten Individualverkehr, welcher für den weitaus grössten Teil der Unfallfolge- und Umweltkosten verantwortlich ist, auf den öffentlichen Verkehr leichter. Ausgehend von solchen Unterschieden im Verkehrsverhalten werden die externen Unfallfolge- und Umweltkosten sehr grob abgeschätzt.

Dabei zeigt sich, dass die Einwohnerinnen und Einwohner von wenig verdichtet gebauten Siedlungen im Durchschnitt höhere Folgekosten verursachen und dass die externen Folgekosten des motorisierten Individualverkehrs in einer ähnlichen Grössenordnung liegen wie die in Grafik K-2 ausgewiesenen Infrastrukturkosten im Verkehrsbereich. Die Unterschiede zwischen den Siedlungs- und Ortstypen sind aber weniger ausgeprägt.

Weiter zeigt sich, dass die Erschliessung durch den öffentlichen Verkehr bei kompakten Siedlungsformen kostengünstiger erreicht werden kann. Entsprechend verursachen Zersiedelungstendenzen auch hier höhere Kosten in Form von höheren Defiziten beim öffentlichen Verkehr.

Die bisherigen Ergebnisse beziehen sich auf die Infrastrukturkosten bestehender Siedlungen. Mit Blick auf Handlungsspielräume und Steuerungsmöglichkeiten bedeutsamer sind die zusätzlichen Infrastrukturkosten, welche bei Siedlungserweiterungen anfallen. Um diese geht es im nächsten Abschnitt.

## Hohe zusätzliche Infrastrukturkosten bei disperser Siedlungserweiterung

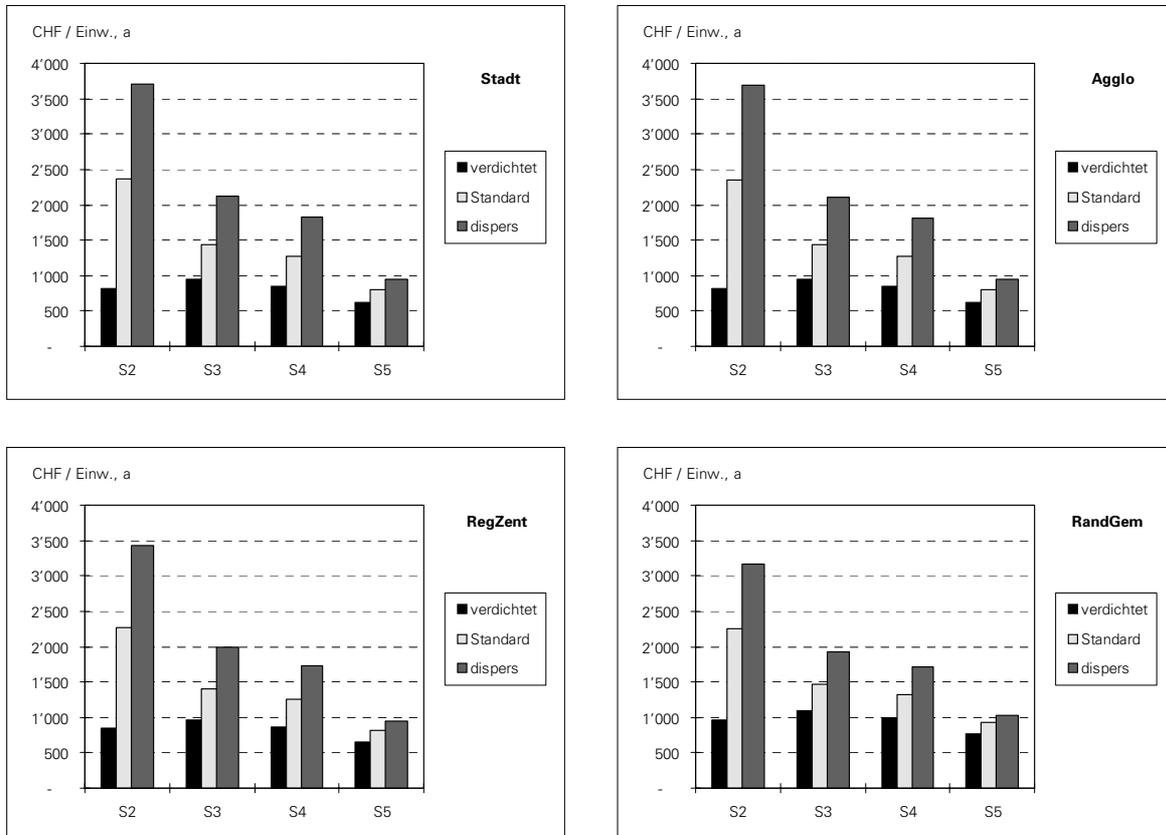
Der Druck, neue Siedlungsgebiete zu erschliessen, hat in der Schweiz wieder zugenommen. Die Potentiale für weitere Verdichtungen des bestehenden Siedlungsgebietes werden als nicht ausreichend bezeichnet, um der Nachfrage nach Wohnraum gerecht zu werden. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, welche zusätzlichen Infrastrukturkosten bei unterschiedlichen Formen von Siedlungserweiterungen anfallen. Der Bericht unterscheidet zwischen den drei Formen:

- verdichtet:** Bei dieser Form wird von einem nach innen gerichteten Siedlungswachstum ausgegangen. Es wird unterstellt, dass die Siedlungserweiterung innerhalb der Grenzen der bestehenden Siedlungsgebiete erfolgen kann. Im Fall der Einfamilienhaussiedlung bedeutet dies beispielsweise, dass in einer Siedlung freie Flächen mit weiteren Einfamilienhäusern überbaut werden. Die bestehenden Infrastrukturanlagen können mitbenutzt werden. Durch die Verdichtung ergeben sich geringfügig höhere Unterhaltskosten. In der langen Sicht müssen zudem die Kapazitäten der bestehenden Anlagen etwas ausgebaut werden.
- Standard:** Bei diesem mittleren Fall wird davon ausgegangen, dass die Siedlungserweiterung einen qualitativ gleichen Ausbau der inneren und äusseren Erschliessung bedingt wie dies bei den bisher gebauten Siedlungsgebieten im Durchschnitt der Fall war. Die Siedlungserweiterung erfolgt nicht durch ein Auffüllen der bestehenden Siedlungsgebiete sondern durch eine flächenmässige Ausdehnung dieser Gebiete.
- dispers:** Hier erfolgt die Siedlungserweiterung durch Neuerschliessungen. Zusätzlich wird aber angenommen, dass die neu ausgeschiedenen Siedlungsgebiete nicht unmittelbar an bestehende Grenzen. Entsprechend müssen zusätzliche Zuleitungen und Verbindungsstrassen zur vorhandenen Groberschliessung gebaut werden.

Grafik K-3 zeigt wiederum für die vier Ortstypen Stadt, Agglomeration, Regionalzentrum und ländliche Randgemeinde, von welchen zusätzlichen Infrastrukturkosten pro Kopf (ohne Landkosten) je nach Form der Siedlungserweiterung ausgegangen werden muss. Der Siedlungstyp S1 „Streusiedlung“ fehlt in der Darstellung, da mit ihm naturgemäss keine verdichtete Siedlungserweiterung vorgenommen werden kann.

Es überrascht nicht, dass sich durch das Auffüllen von bestehenden Siedlungsgebieten Infrastrukturkosten einsparen lassen. Die Ergebnisse in Grafik K-3 machen aber deutlich, dass die Einsparpotenziale bei einer nach innen gerichteten Siedlungserweiterung bedeutsam sind, ebenso wie die zusätzlichen Infrastrukturkosten, die bei einer dispersen, auf Neuerschliessungen basierenden Siedlungsentwicklung anfallen. Insbesondere beim wenig verdichteten Siedlungstyp 2 (Einfamilienhaus) fallen die Kostenunterschiede hoch aus: Während sich die pro Kopf-Kosten bei einer dispersen Erweiterung auf über 3'000 CHF pro Jahr belaufen, betragen sie beim Auffüllen weniger als 1'000 CHF. Deutlich geringer sind die Kostenunterschiede naturgemäss bei den Siedlungstypen 3 und 4 (Wohnblock, Hochhaus), bei welchen bereits allein die Bauweise zu einer verdichteten Siedlungsform führt.

**Grafik K-3: Langfristige Grenzkosten unterschiedlicher Siedlungserweiterungen, in CHF / EinwohnerIn und Jahr**



Die in der raumordnungspolitischen Diskussion verschiedentlich vertretene Befürchtung, eine dem Trend folgende weitere Raumentwicklung sei wegen den Zersiedelungerscheinungen nicht finanzierbar, wird durch die vorliegenden Ergebnisse nicht entkräftet.

Die Antwort auf die Frage der Finanzierbarkeit hängt allerdings nicht nur von der Höhe der Infrastrukturkosten ab, sondern insbesondere auch davon, wer diese Kosten tragen muss. Wer in den einzelnen Infrastrukturbereichen Kostenträger ist, wird im nächsten Abschnitt diskutiert.

### Quersubventionierungen statt Umsetzung des Verursacherprinzips

Wenn die zusätzlichen Infrastrukturkosten einer dispersen Siedlungserweiterung nicht auf diejenigen übertragen werden, welche diese Kosten verursacht haben, ergeben sich sowohl aus finanzpolitischer als auch aus ökonomischer Sicht Probleme. Finanzpolitisch, weil in den meisten Fällen die knappen Budgets der öffentlichen Hand zusätzlich belastet werden. Ökonomisch, weil das in einer freien Marktwirtschaft bedeutsame Verursacherprinzip nicht umgesetzt wird. Es stellen sich somit zwei Fragen:

- Zum einen, ob die Nutzniessenden der Infrastruktur insgesamt für deren Kosten aufkommen oder ob Teile der Kosten auf Dritte, insbesondere die öffentliche Hand, überwält werden können (Frage des **Tarifniveaus** bzw. der Kostendeckung).
- Zum andern, ob die Anlastung der Kosten an die Nutzniessenden der Infrastrukturanlagen verursachergerecht erfolgt. Ob also jene, welche von einer dispersen Siedlungserweiterung beispielsweise durch eine entsprechende Wohnlage profitieren, auch für die verursachten höheren Infrastrukturkosten aufkommen (Frage der **Tarifstruktur**).

Die Antworten fallen für die vier in der vorliegenden Untersuchung vertieft betrachteten Infrastrukturbereiche unterschiedlich aus:

### **Abwasserentsorgung: Abbau von Subventionen und vermehrte Einführung von verursachergerechten Tarifierungssystemen**

Die Abwasserentsorgung wurde lange mit massiven Beiträgen von Bund und Kantonen und Gemeindesteuergeldern subventioniert. Die Nutzniessenden hatten entsprechend nicht für die gesamten Kosten aufzukommen. Die heute geltenden Bestimmungen bewirken, dass die Subventionierung stark rückläufig ist, was einerseits zu einer Entlastung der öffentlichen Hand, andererseits bei den Nutzniessenden zu steigenden Gebühren führen wird - und dies unabhängig von der weiteren Siedlungsentwicklung. Die Tendenz zu steigenden Gebühren wird noch dadurch verstärkt, dass die notwendigen Aufwendungen für den langfristigen Werterhalt der bestehenden Infrastrukturanlagen bisher häufig unterschätzt wurden und sich hier ein Nachholbedarf ergeben hat.

Bezüglich der Frage der Tarifstruktur ist festzuhalten, dass in verschiedenen Kantonen Anpassungen bei der Abwassergebührenstruktur (Anschlussgebühr, Aufteilung Mengenpreis und Grundgebühr) im Gang, so dass das Verursacherprinzip stärker zum Tragen kommen wird. Zersiedelungsbedingte Mehrkosten bei der Abwasserinfrastruktur werden damit vermehrt auf die Nutzniessenden übertragen werden, was wie der Abbau der Subventionen die Gebühren ansteigen lassen wird. Davon werden insbesondere Einfamilienhäuser (Siedlungstyp S2) betroffen sein, tragen diese heute doch in vielen Gemeinden nicht ihre vollen Kosten.

### **Wasserversorgung: Quersubventionierungen trotz steigender Gebühren**

Ähnlich wie bei der Abwasserentsorgung zieht sich die öffentliche Hand auch immer stärker aus der Subventionierung der Wasserversorgung zurück. Die Kosten der Zersiedelung werden damit künftig weniger die öffentliche Hand als vielmehr die Wasserkonsumentinnen und -konsumenten zu tragen haben. Zudem wird sich auch hier in vielen Fällen eine zusätzliche Gebührenerhöhung ergeben, weil in der Vergangenheit der langfristige Werterhalt vernachlässigt wurde.

Da derzeit keine Bestrebungen in Richtung einer siedlungsspezifischen Tarifgestaltung auszumachen sind, werden weiterhin Quersubventionierungen innerhalb der gleichen Wasserversorgung bestehen: Die durch die Zersiedelung ausgelösten Mehrkosten müssen auch von Einwohnerinnen und Einwohnern verdichtet gebauter und damit aus der Sicht der Wasserversorgung kostengünstigen Siedlungen mitgetragen werden.

### **Strassenverkehr: Grosse Belastung der Gemeinden und der Allgemeinheit**

Gemäss Schweizerischer Strassenrechnung kommt der motorisierte Individualverkehr insgesamt für seine Infrastrukturkosten praktisch vollständig auf. Die Rückverteilung der Einnahmen aus dem Verkehr bewirkt aber, dass die Gemeinden bedeutend mehr für die Verkehrsinfrastruktur ausgeben, als sie von Bund und Kantonen an Beiträgen erhalten. Vor diesem Hintergrund erstaunt nicht, dass die Gemeinden verstärkt versuchen, die Kosten für die Erschliessung von neuen Siedlungsgebieten möglichst auf die Grundeigentümer zu überwälzen. Dabei sind ihnen allerdings durch Bundesrecht und die kantonale (Bau)Gesetzgebung Schranken gesetzt, weshalb das Gemeinwesen auch künftig einen Teil der zersiedelungsbedingten Mehrkosten tragen müssen. Ungelöst ist das Problem der durch den motorisierten Strassenpersonenverkehr verursachten ungedeckten Unfallfolge- und Umweltkosten. Wegen der fehlenden verursachergerechten Anlastung werden sie vollständig auf die Allgemeinheit überwälzt.

Die Frage der verursachergerechten Tarifstruktur zur Finanzierung der Strassen stellt sich im Verkehrsbereich weniger bezüglich der kleinräumigen Erschliessung von einzelnen Siedlungsgebieten, welche hier im Vordergrund steht. Vielmehr ist sie für die grossräumige Erschliessung des Raumes relevant. Das wichtigste Finanzierungsinstrument, die Mineralölsteuer, kann naturgemäss nicht berücksichtigen, auf welchen Teilen des Strassennetzes die Fahrleistungen erbracht werden. Entsprechend ergeben sich auch hier Quersubventionierungen.

### **Stromversorgung: Unsichere Zukunft wegen Strommarktliberalisierung**

Die vergleichsweise geringen zersiedelungsbedingten Mehrkosten im Infrastrukturbereich Stromversorgung wurden bisher vollständig von der Gesamtheit der Konsumentinnen und Konsumenten eines Versorgungsgebietes getragen. Die Finanzhaushalte der öffentlichen Hand wurden nicht belastet. Im Gegenteil: Über Gewinnabgaben und Konzessionsgebühren flossen sogar Mittel zum Gemeinwesen.

Innerhalb eines Netzgebietes hielten die Elektrizitätsunternehmen bisher an einer Preisolidarität fest: Konsumentinnen und Konsumenten dicht besiedelter Gebiete profitieren nicht von den tiefen Infrastrukturkosten in ihrem Gebiet. Für sie gilt der gleiche Tarif wie in dünnbesiedelten, aus Infrastruktursicht teuren Gebieten. Ob und wie sich diese Situation in Zukunft verändert, wird sich erst bei der definitiven Verabschiedung des Elektrizitätsmarktgesetzes zeigen. Gemäss Gesetzesentwurf soll trotz Strommarktliberalisierung die Tarifsolidarität und damit die Quersubventionierung beibehalten werden.

Angesichts der oben skizzierten Entwicklungen stellt sich die **Frage der Finanzierbarkeit** einer weniger nach innen, sondern vielmehr auf Neuerschliessungen basierenden Siedlungsentwicklung für die öffentliche Hand und für die privaten Akteure unterschiedlich:

- Die **öffentliche Hand** wird noch auf absehbare Zeit einen allerdings deutlich abnehmenden Teil der Kosten in drei der vier untersuchten Infrastrukturbereichen mittragen müssen. Angesichts des finanzpolitischen Drucks dürfte damit der Realisierung von infrastrukturseitig kostengünstigen Siedlungserweiterungen auch aus Sicht der öffentlichen Hand weiterhin Bedeutung zukommen.

Diese gilt umso mehr, dass die Zersiedelung auch in den Bereichen der Infrastruktur im weiteren Sinn (z.B. Schulen, Soziales, Sicherheit etc.) zu Mehrkosten führt. Die vor-

liegende Untersuchung zeigt, dass diese Bereiche das Budget der Gemeinden zwar sehr viel stärker belasten als die vier vertieft analysierten Infrastrukturbereiche im engeren Sinn, dass aber der Einfluss der Zersiedelung auf die Höhe der Kosten dieser weiteren Infrastruktur geringer ist.

- Der Abbau von öffentlichen Subventionen an Infrastrukturanlagen, der bisher in vielen Fällen vernachlässigte Werterhalt sowie der in einzelnen Infrastrukturbereichen ausmachende Trend in Richtung verursachergerechtere Ausgestaltung von Gebührensystemen zur Infrastrukturfinanzierung wird auf Seiten der **privaten Haushalten** zu einer steigenden finanziellen Belastung führen. Damit wird sich Frage der Finanzierbarkeit künftig weniger für das Gemeinwesen, sondern in erster Linie für den privaten Sektor stellen.

Von der Entwicklung in Richtung Umsetzung des Verursacherprinzips bei der Tarifstruktur darf mittel- bis längerfristig auch eine steuernde Wirkung erwartet werden: Abseits gelegene und wenig verdichtete Wohngebiete werden wegen der hohen Erschliessungskosten einen Teil ihrer Attraktivität verlieren. Die weiterhin bestehenden Quersubventionierungen dämpfen diese Steuerungswirkung allerdings ab. Würden sie abgebaut, käme die selbstregulierende Wirkung des Marktmechanismus stärker zum Tragen.

Den in der vorliegenden Untersuchung ausgewiesenen hohen Kostendifferenzen unterschiedlicher Formen von Siedlungsentwicklungen kann mit raumplanerischen, insbesondere aber auch mit preispolitischen Massnahmen entgegengewirkt werden. Der Bericht zeigt die Ansatzpunkte solcher noch vertieft zu analysierenden und im Detail auszuarbeitenden Massnahmen.

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	I
Abkürzungsverzeichnis .....	IV
Kurzfassung .....	K - 1
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangslage .....	1
1.2 Auftrag und Zielsetzung .....	1
1.3 Vorgehen und Aufbau des Berichts .....	3
1.4 Projektorganisation .....	4
<b>2 Festlegungen und Kostenkonzept .....</b>	<b>5</b>
2.1 Vorbemerkung .....	5
2.2 Relevante Infrastrukturbereiche .....	5
2.3 Definition der Kosten .....	6
2.3.1 Relevante Kostenarten .....	6
2.3.2 Kostenermittlung über Normkosten .....	9
2.3.3 Folgekosten .....	11
2.4 Definition Siedlungsstruktur .....	12
2.5 Träger der Kosten .....	18
2.6 Aussagemöglichkeiten des Normkostenmodells .....	19
2.7 Vorgehen zur Ermittlung der Infrastrukturkosten .....	20
<b>3 Abwasserentsorgung .....</b>	<b>23</b>
3.1 Systemgrenzen und Wirkungsmodell .....	23
3.2 Mengen- und Wertgerüst .....	27
3.3 Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen .....	30
3.3.1 Durchschnittskosten bestehender Siedlungen .....	30
3.3.2 Langfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung .....	33
3.3.3 Kurzfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung .....	37
3.3.4 Sensitivitäten .....	37
3.4 Kostenträgerrechnung .....	38
3.5 Schlussfolgerungen .....	40

---

<b>4</b>	<b>Wasserversorgung</b>	<b>41</b>
4.1	Wirkungsmodell und Systemgrenzen	41
4.2	Mengen- und Wertgerüst	46
4.3	Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen	50
4.3.1	Durchschnittskosten bestehender Siedlungen	50
4.3.2	Langfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung	51
4.3.3	Kurzfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung	55
4.3.4	Sensitivitäten	55
4.4	Kostenträgerrechnung	56
4.5	Schlussfolgerungen	57
<b>5</b>	<b>Verkehr</b>	<b>58</b>
5.1	Wirkungsmodell und Systemgrenzen	58
5.2	Mengen- und Wertgerüst	64
5.3	Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen: Strasseninfrastruktur	67
5.3.1	Durchschnittskosten bestehender Siedlungen	67
5.3.2	Langfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung	70
5.3.3	Sensitivitäten	74
5.4	Folgekosten des Personenverkehrs	75
5.5	Kostenträgerrechnung	82
5.6	Schlussfolgerungen	84
<b>6</b>	<b>Stromversorgung</b>	<b>86</b>
6.1	Systemgrenzen und Wirkungsmodell	86
6.2	Mengen- und Wertgerüst	92
6.3	Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen	94
6.3.1	Durchschnittskosten bestehender Siedlungen	94
6.3.2	Langfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung	97
6.3.3	Kurzfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung	100
6.3.4	Sensitivitäten	100
6.4	Kostenträgerrechnung	101
6.5	Schlussfolgerungen	101

---

<b>7</b>	<b>Infrastrukturbereiche Abfall, Telekommunikation und Energieversorgung .....</b>	<b>103</b>
7.1	Vorbemerkung .....	103
7.2	Abfallentsorgung .....	103
7.2.1	Systemgrenzen und Wirkungsmodell .....	103
7.2.2	Mengen- und Wertgerüst .....	106
7.2.3	Kostenträgerrechnung .....	107
7.2.4	Schlussfolgerungen .....	108
7.3	Telekommunikation .....	108
7.4	Energieversorgung .....	109
<b>8</b>	<b>Infrastruktur im weiteren Sinn.....</b>	<b>110</b>
8.1	Einleitung .....	110
8.2	Bedeutung der 'Infrastruktur im weiteren Sinn' .....	110
8.3	Gesundheitswesen .....	113
8.4	Sicherheit: Polizei, Feuerwehr, Zivilschutz .....	114
8.5	Bildung .....	117
8.6	Soziales .....	119
8.7	Freizeit, Erholung und Sport; Kultur.....	121
8.8	Allgemeine Verwaltung .....	122
8.9	Schlussfolgerungen.....	123
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Schlussfolgerungen .....</b>	<b>125</b>
9.1	Einleitung .....	125
9.2	Durchschnittskosten bestehender Siedlungen .....	126
9.3	Langfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung .....	130
9.4	Kostenträgerrechnung.....	133
9.4	Fazit.....	135
	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>138</b>
	<b>Anhang A: Mengengerüst.....</b>	<b>A - 1</b>
	<b>Anhang B: Wertgerüst.....</b>	<b>B - 1</b>
	<b>Anhang C: Ergebnisse .....</b>	<b>C - 1</b>

## Abkürzungsverzeichnis

ARA	Abwasserreinigungsanlage
ATS	Oesterreichische Schilling
CHF	Schweizer Franken
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
EFH	Einfamilienhaus
EMG	Elektrizitätsmarktgesetz
EVU	Elektrizitätsversorgungsunternehmen
EWG	Einwohnergleichwert
Fzkm	Fahrzeugkilometer
GSA	Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft
kV	Kilo-Volt
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
kWh	Kilowattstunde
LV	Langsamverkehr (zu Fuss, Fahrrad, Mofa)
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MZ	Mikrozensus
ÖV	Öffentlicher Verkehr
Pkm	Personenkilometer
RandGem	Kleinere ländliche Gemeinde
REFH	Reiheneinfamilienhaus
RegZent	Regionalzentrum
SVGW	Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches
TU	Transportunternehmen
VOKOS	Vollzugskonzept Siedlungsentwässerung
WE	Wohneinheit
ZSA	Zivilschutzanlage

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Einer der zentralen Auslöser für vertiefte Abklärungen zum Thema „Siedlungsentwicklung und Infrastrukturkosten“ bildet der folgende Abschnitt aus den „Grundzügen der Raumordnung“:

„Die Fortführung der gegenwärtigen Trends in der Raumentwicklung ist nicht finanzierbar. Mit der Zersiedelung drohen steigende Kosten für den Bau, den Betrieb und den Unterhalt von Infrastrukturanlagen.“

Ausgehend von dieser Erkenntnis hat das Bundesamt für Raumentwicklung zwei Thesen abgeleitet, welche für die vorliegende Untersuchung als Leitlinien dienen:

- Ein koordinierte Siedlungs- und Verkehrsentwicklung unterstützt den kostengünstigen Aus- und Neubau, Betrieb und Unterhalt von Bauten und Anlagen der öffentlichen Infrastruktur.
- Die gegenseitige Abstimmung der Entwicklung des Siedlungs- und Landschaftsraumes mit den Bauten und Anlagen der öffentlichen Infrastruktur fördert die Funktionsfähigkeit und Effizienz der Siedlungsstruktur.

In der aktuellen raumordnungspolitischen Diskussion dürften obige Erkenntnisse und Thesen praktisch unbestritten sein. Zahlreiche Untersuchungen haben in der Vergangenheit aufgezeigt, dass die unterstellten Zusammenhänge existieren. In Fallbeispielen wurden die entsprechenden Erfahrungen von einzelnen Gemeinden beispielhaft dargestellt.

Was bislang aber noch nicht genügend verfügbar ist, sind Grundlagen, um die Aussage über die steigenden Infrastrukturkosten der Zersiedelung in einem weiter als bei Fallbeispielen gefassten Rahmen zahlenmässig zu belegen und differenziert auszuweisen (z.B. nach Infrastrukturbereich oder nach Kostenträger). Die vorliegende Untersuchung soll einen Beitrag leisten, diese Lücke zu schliessen.

## 1.2 Auftrag und Zielsetzung

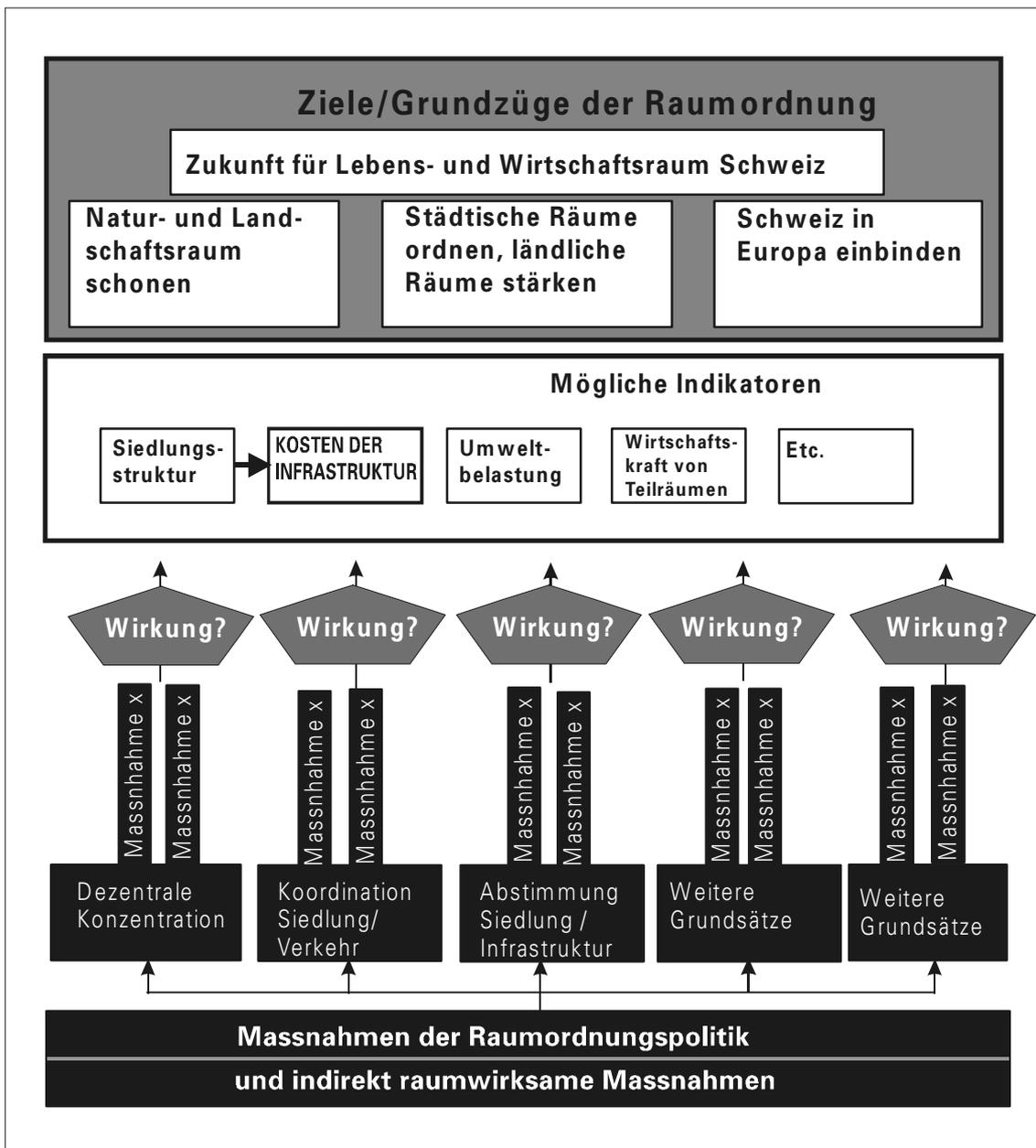
Ziel der vorliegenden Studie ist es, Art und Höhe der Infrastrukturkosten für verschiedene Siedlungstypen in der Schweiz zu bestimmen. Die Ergebnisse der Studie sollen als Grundlage zur Herleitung von Massnahmen für eine effiziente und effektive Raumordnungspolitik dienen.

Der Zusammenhang zwischen der Fragestellung dieser Studie und der Verwendung ihrer Ergebnisse in der raumordnungspolitischen Diskussion ist in Grafik 1-1 dargestellt. Sie zeigt ein vereinfachtes Schema von Zielen und möglichen Indikatoren (Messgrössen

und/oder Sollwerte der Ziele) auf der einen Seite (obere Hälfte) und Grundsätzen und Massnahmen auf der anderen Seite.

Dabei haben wir den Indikator „Kosten der Infrastruktur“ aufgenommen, da er eine Messgrösse für die Finanzierbarkeit und damit Zukunftsfähigkeit des Lebens- und Wirtschaftsraumes und für die Stärke einzelner Teilräume sein kann. Weiter haben wir den Einfluss der Siedlungsstruktur auf die Infrastrukturkosten mit einem Pfeil verdeutlicht.

**Grafik 1-1: Grobschematische Ziel- und Massnahmendarstellung**



Die Fragestellung der vorliegenden Untersuchung bezieht sich auf den in Grafik 1-1 fett eingezeichneten Pfeil. Zusammenfassend lautet die **Kernfrage: „Welche Infrastrukturkosten gibt es und wie hoch sind sie in Abhängigkeit der Siedlungsstruktur?“**

Nicht Thema dieser Studie ist die Frage, ob die Raumordnungspolitik (insbesondere mit Massnahmen zur Abstimmung der Siedlungsentwicklung auf die Infrastruktur im Sinne der dezentralen Konzentration) in wirksamer Weise die Infrastrukturkosten beeinflusst. Grundlage zur Beantwortung dieser Frage sind Wirkungsanalysen ausgewählter Massnahmen. Sind die Wirkungen raumpolitischer Massnahmen auf den Indikator „Siedlungsstruktur“ bekannt, kann mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung auch abgeschätzt werden, wie diese Massnahmen die Kosten der Infrastruktur beeinflussen.

Voraussetzung dafür ist allerdings, dass bei der Beantwortung der Kernfrage nicht nur auf die bestehende Siedlungsstruktur abgestellt wird, sondern dass ausgehend von ihr und von der vorhandenen Infrastruktur Aussagen über die Infrastrukturkosten unterschiedlicher **Siedlungsentwicklungen** gemacht werden. Entsprechend wird in der ganzen Studie zwischen einer **statischen** und einer **dynamischen Sichtweise** unterschieden. Bei der ersten Betrachtungsweise werden die **Durchschnittskosten** der Infrastruktur bestehender Siedlungen im Zentrum stehen, bei letzteren die **Grenzkosten** die infrastrukturseitig bei einer Siedlungserweiterung anfallen.

### 1.3 Vorgehen und Aufbau des Berichts

Für die Ausarbeitung des vorliegenden Berichts ist ein zweistufiges Vorgehen gewählt worden:

- In einem ersten Schritt wurden die methodischen Grundlagen, konkret ein Normkostenmodell, bereitgestellt. Es wurde aufgezeigt, wie mit ihm die siedlungsstrukturbedingten Unterschiede bei den Infrastrukturkosten für verschiedene Infrastrukturbereiche ermittelt werden können. Auf dieser Grundlage entschieden die Auftraggeber, in welchen Bereichen diese Berechnungen mit dem Normkostenmodell tatsächlich durchzuführen waren.
- In der zweiten Projektphase standen diese Berechnungen sowie die Interpretation und Auswertung der Ergebnisse im Vordergrund.

Der vorliegende Schlussbericht ist wie folgt aufgebaut:

- Im **Kapitel 2** sind die methodischen und konzeptionellen Grundlagen dargestellt. Das angewandte Normkostenmodell, seine Aussagemöglichkeiten und das konkrete Vorgehen zur Berechnung der Infrastrukturkosten verschiedener Siedlungsentwicklungen werden umfassend, aber noch losgelöst von einzelnen Infrastrukturbereichen beschrieben.
- In den **Kapiteln 3 bis 6** wird das vorgeschlagene Vorgehen auf vier vertieft untersuchte Infrastrukturbereiche übertragen. Die Anwendung des Normkostenmodells erfolgt in folgenden Bereichen:
  - Abwasserentsorgung
  - Wasserversorgung
  - Verkehr
  - Stromversorgung

- In **Kapitel 7** finden sich kurze Ausführungen zu den Infrastrukturbereichen Abfallentsorgung, Telekommunikation und Energieversorgung, welche im Rahmen der vorliegenden Studie nicht vertieft analysiert wurden.
- In **Kapitel 8** wird schliesslich auf die Infrastruktur im weiteren Sinne eingegangen. Darunter fallen Bereiche wie z.B. das Gesundheitswesen, die Bildung und soziale Einrichtungen. Hier ist auftragsgemäss auf eine Quantifizierung der Kosten verzichtet worden. Vielmehr geht es darum, in qualitativer Form der Frage nachzugehen, inwiefern unterschiedliche Siedlungsentwicklungen die in diesen Bereichen anfallenden Kosten beeinflussen.
- Die Schlussfolgerungen aus der Analyse werden in **Kapitel 9** gezogen.

Ganz am Schluss des Berichts finden sich drei Anhänge:

- **Anhang A** enthält das Mengengerüst, welches den Berechnungen durch das Normkostenmodell in den Kapiteln 3 bis 6 zu Grunde liegt.
- Das Wertgerüst in **Anhang B** zeigt auf, welche Normkostensätze bei den Berechnungen verwendet wurden.
- Die Ergebnisse der Berechnungen werden im Hauptbericht in Franken pro Kopf ausgewiesen. In **Anhang C** finden sich Tabellen mit den Gesamtkosten und mit den Ergebnissen in Franken pro Wohneinheit und in Franken pro Kopf.

## 1.4 Projektorganisation

Die Ausarbeitung der Studie erfolgte im Auftrag der folgenden Stellen:

- Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)
- Dienst für Gesamtverkehrsfragen (ab 1.6.2000 Teil des ARE, vorher GS UVEK)
- Abteilung Regional- und Raumordnungspolitik, Staatssekretariat für Wirtschaft (seco), Standortförderung
- Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern (AGR)

Die Erarbeitung wurde durch eine Begleitgruppe mit folgenden Mitgliedern unterstützt:

- Baumgartner F. (Vorsitz), ARE
- Rist A., Dienst GVF, ARE
- Cattaneo P., ARE
- Rupp M., eoptima AG Bern
- Madziel J.-F., Dienst GVF, ARE
- Rytz P., AGR
- Meier B., AGR
- Seewer U., Dienst GVF, ARE
- Mordasini R., seco

Die vorgenommenen Berechnungen und Beurteilungen liegen in der Verantwortung der Autoren und nehmen in keiner Weise Entscheide der zuständigen Organe vorweg.

## 2 Festlegungen und Kostenkonzept

### 2.1 Vorbemerkung

In diesem Kapitel werden die konzeptionellen und methodischen Grundlagen für die Ermittlung der Kosten erarbeitet. Damit wird die Basis für ein möglichst einheitliches Vorgehen zur Berechnung der Kostenunterschiede in den verschiedenen Infrastrukturbereichen bereitgestellt.

Das Kapitel ist wie folgt aufgebaut:

- In einem ersten Schritt (Abschnitt 2.2) werden die zu betrachtenden Infrastrukturbereiche festgelegt und gegliedert.
- Anschliessend wird in Abschnitt 2.3 diskutiert, welche Kostenarten für die vorliegende Untersuchung grundsätzlich relevant und somit zu erheben sind. Sie dienen als Inputs für das Normkostenmodell, welches in diesem Abschnitt in seinen Grundzügen beschrieben wird.
- Ziel der Studie ist es, die Infrastrukturkosten in Abhängigkeit unterschiedlicher Siedlungsstrukturen darzustellen. In Abschnitt 2.4 werden die in dieser Studie unterschiedenen Typen von Siedlungsstrukturen beschrieben und festgelegt.
- Aus ökonomischer Sicht sind hohe Infrastrukturkosten vor allem dann ein Problem, wenn sie nicht verursacherorientiert von den Nutzniessenden der Infrastrukturanlagen getragen werden. Dieser Frage der „Kostenträger“ wird in Abschnitt 2.5 nachgegangen.
- In Abschnitt 2.6 wird zusammenfassend aufgezeigt, welche Fragestellungen mit dem entwickelten Normkostenmodell beantwortet werden können.
- Der letzte Abschnitt beschreibt schliesslich das Vorgehen zur Berechnung der Infrastrukturkosten in den vertieft untersuchten Infrastrukturbereichen. In den anschliessenden Kapiteln 3 bis 6 wird das vorgeschlagene schrittweise Vorgehen in diesen Bereichen angewandt.

### 2.2 Relevante Infrastrukturbereiche

Der Begriff Infrastruktur wird in dieser Untersuchung weit gefasst. Einbezogen in die Analyse wird nicht nur die „technische“ Infrastruktur im engeren Sinn. Ebenfalls Gegenstand der Untersuchung sind weitere Einrichtungen und Dienstleistungsangebote, die Grundvoraussetzung für die Besiedelung eines Raumes sowie der Siedlungsentwicklung sind. Diese zweite Kategorie wird im Folgenden als „Infrastruktur im weiteren Sinn“ bezeichnet.

Unten stehend haben wir die verschiedenen Infrastrukturbereiche der beiden Kategorien zusammengefasst.

- Zur **Infrastruktur im engeren Sinn** zählen wir die unten stehenden technischen Ver- und Entsorgungseinrichtungen
  - Abwasserentsorgung
  - Wasserversorgung
  - Verkehr (Verkehrsträger Strasse, Schiene; Verkehrsmittel PW, Bus, Tram, Bahn, nicht enthalten: Fahrrad- und Langsamverkehr).
  - Stromversorgung
  - Abfallentsorgung
  - Telekommunikation (Telefon, Kabelfernsehen)
  - Energieversorgung (exkl. Elektrizität)
  
- Die **Infrastruktur im weiteren Sinn** umfasst folgende Einrichtungen und Dienstleistungsangebote:
  - Gesundheitswesen
  - Sicherheit, Polizei
  - Bildung
  - Soziales
  - Kultur, Freizeit und Sport
  - Allgemeine Verwaltung

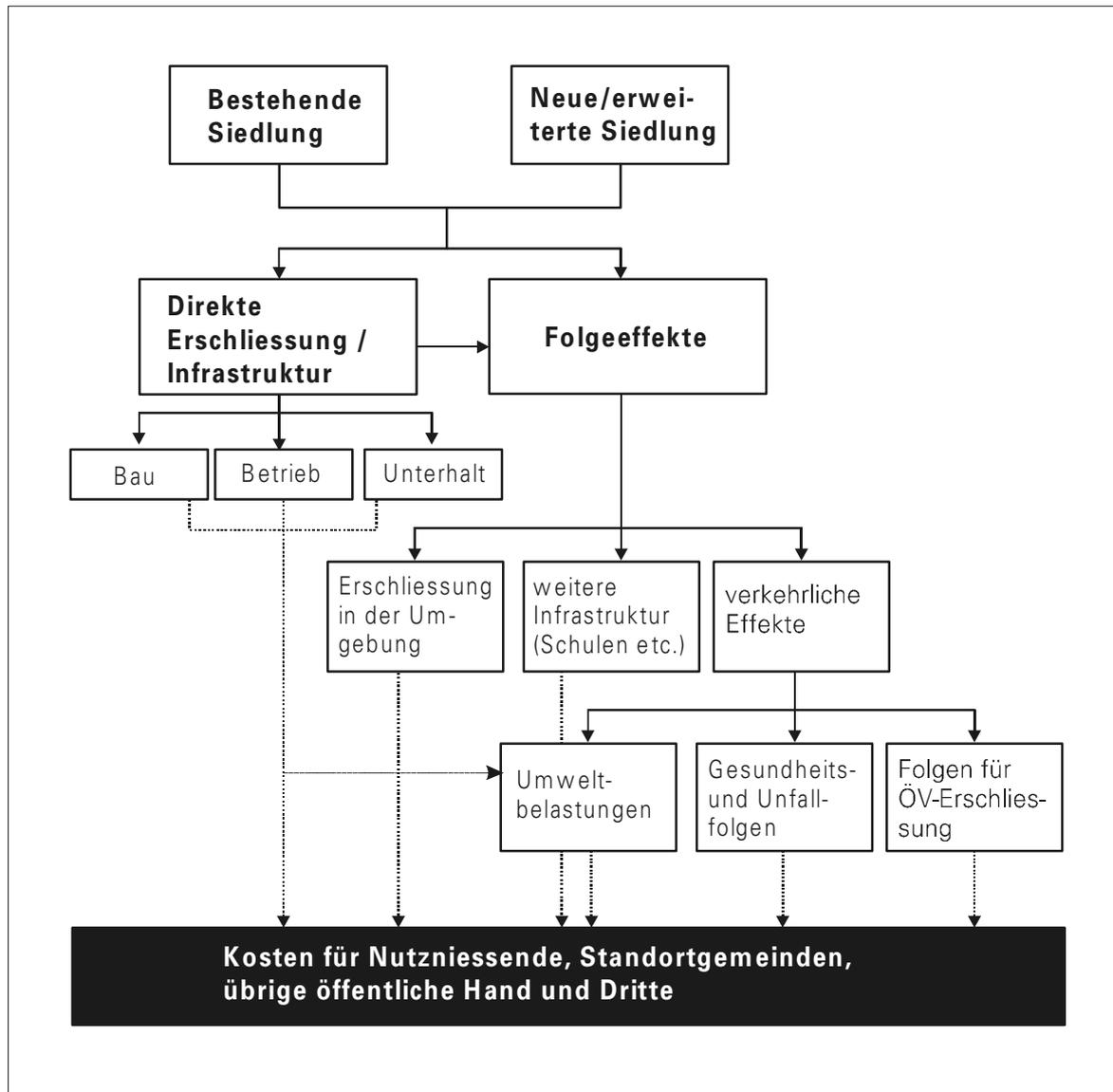
Wie in Abschnitt 1.3 erwähnt, wurde im Laufe der Projektarbeiten bzw. nach Abschluss der ersten Projektphase entschieden, die Kosten in den Infrastrukturbereichen **Abwasserentsorgung, Wasserversorgung, Verkehr** und **Elektrizität** vertieft zu untersuchen. Auf die anderen Infrastrukturbereiche im engeren Sinn wird in Kapitel 7 nur am Rande eingegangen.

Bei der Infrastruktur im weiteren Sinn werden primär qualitative Überlegungen angestellt (vgl. Kapitel 8).

## 2.3 Definition der Kosten

### 2.3.1 Relevante Kostenarten

Welche Kosten sind bei der Ermittlung grundsätzlich einzubeziehen? Ausgangspunkt für die Beantwortung dieser Frage ist Grafik 2-1.

**Grafik 2-1: Grobgliederung der Kosten von Infrastruktur und Folgeeffekten**

Die gesamten Kosten eines in Abschnitt 2.2 unterschiedenen Infrastrukturbereiches lassen sich nach verschiedenen Kriterien gliedern. Für die vorliegende Untersuchung ist einmal die Unterscheidung zwischen verschiedenen **Kostenarten** von Bedeutung. Zu unterscheiden sind

- Baukosten (Planung, Erstellung, Abschreibung und Verzinsung)
- Kosten für den Unterhalt bzw. den langfristigen Werterhalt
- Betriebskosten
- Folgeeffekte bzw. -kosten

Bei der Kostenermittlung in den Kapiteln 3 bis 6 wird grundsätzlich von dieser Unterscheidung ausgegangen, wobei der Einfachheit halber nicht zwischen Unterhalts- und Betriebskosten unterschieden wird. Bei den Kosten für Umweltbelastung, Gesundheits-

und Unfallfolgen erfolgt nur eine sehr grobe Quantifizierung im Infrastrukturbereich Verkehr.

Die beiden obersten Felder in Grafik 2-1 machen auf einen weiteren zentralen Unterschied aufmerksam, welchen es bei der Kostenermittlung zu berücksichtigen gilt und welcher bereits in Abschnitt 1.2 angeschnitten wurde: Einerseits können die Infrastrukturkosten bestehender Siedlungen betrachtet werden (statische Sicht), andererseits die Kosten von neuen oder erweiterten Siedlungen (dynamische Sicht):

- a) Im Falle der **bestehenden Siedlung** interessieren die siedlungstypbedingten Unterschiede bei den Kosten der gebauten Infrastruktur. Bei dieser rückwärts gewandten Optik interessieren die **Durchschnittskosten** der gebauten Infrastruktur. Beim Beispiel Strasseninfrastruktur wären dies etwa die Aufwendungen für die Kapitalkosten, den langfristigen Werterhalt sowie den betrieblichen Unterhalt.
- b) Nur eine ungenügende Antwort kann mit der statischen Optik auf die Frage gegeben werden, welche siedlungsstrukturbedingten Infrastrukturkosten bei einer **Siedlungserweiterung** anfallen. In der raumordnungspolitischen Diskussion dürfte aber mit Blick auf die künftige Siedlungsentwicklung und auf Steuerungsmöglichkeiten insbesondere diese Frage relevant sein. Anders als bei der statischen Analyse muss sich hier die Kostenermittlung auf die durch die Siedlungserweiterung *zusätzlich anfallenden* Infrastrukturkosten konzentrieren. Entsprechend sind nicht die Durchschnittskosten relevant, sondern die Grenzinfrasturkosten einer Siedlungserweiterung. Diese **Grenzkosten** variieren, je nachdem in welcher Form die Siedlungserweiterung erfolgt. Bei der Kostenermittlung wird deshalb zwischen zwei Fällen unterschieden:
  - **„Auffüllen / Verdichten“**: Hier wird unterstellt, dass bestehende Siedlungsgebiete mit zusätzlichen Bauten aufgefüllt werden. Grob- und Detailerschliessung sind im betrachteten Siedlungsgebiet vorhanden. Es gilt „nur“ noch die einzelnen Gebäude an die vorhandene Infrastruktur anzuschliessen. Allerdings müssen sich die neuen Siedlungen an den Kosten der bestehenden und nunmehr von ihnen mitbenutzten Infrastruktur beteiligen.  
Weiter stellt sich auch bei dieser Form der Siedlungserweiterung die Frage, ob die neue Siedlung eine Vergrößerung der bestehenden Infrastruktur notwendig macht. Bei den Berechnungen der Kosten werden in den einzelnen Infrastrukturbereichen diesbezüglich Annahmen getroffen.
  - **„Neuerschliessung“**: Bei diesem Fall wird davon ausgegangen, dass das betrachtete Siedlungsgebiet erst noch erschlossen werden muss. Kostenrelevant sind die zusätzlichen Kosten für die Detailerschliessung und für den Anschluss des Gebietes an die bestehende Grundinfrastruktur bzw. Groberschliessung sowie allfällig notwendig gewordene Ausbauten der bestehenden Infrastruktur.

Bei beiden Formen der Siedlungserweiterung stellt sich die Frage, ob die **kurzfristigen** oder ob die **langfristigen Grenzkosten** zu betrachten sind. Bei den erst genannten fließen allfällige zukünftige Kapazitätserweiterungen nicht in die Betrachtung ein, bei letzteren werden diese berücksichtigt.

Die Höhe der beiden Kostenarten kann durchaus schwanken: So sind z.B. im Abwasserbereich die Kosten für Neuinvestitionen in aller Regel geringer als die Kosten für

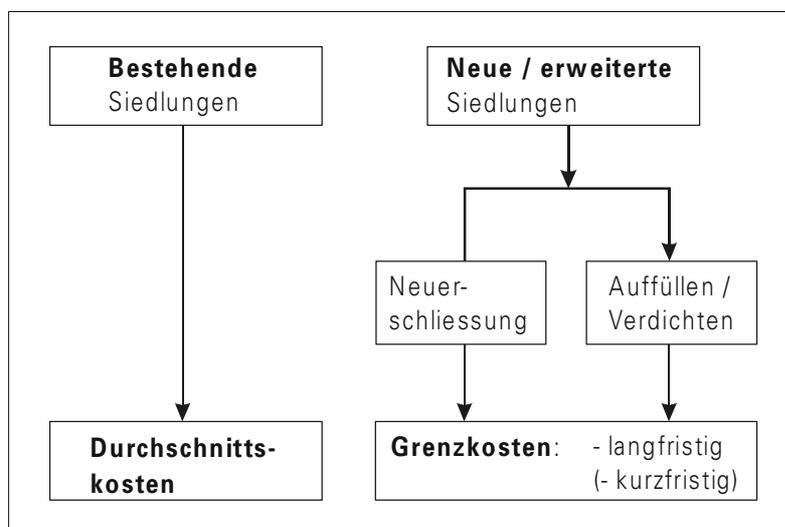
den langfristigen Werterhalt, dies auf Grund von aufwändigen künftigen Sanierungen und Ersatzinvestitionen. Bei einer kurzfristigen Sicht mag es angesichts der vergleichsweise tiefen Investitionskosten attraktiv erscheinen, ein Gebiet neu zu erschliessen. Über die lange Frist werden aber die hohen Werterhaltungskosten und die Kosten einer allfällig notwendigen Vergrösserung der Kapazitäten (z.B. der ARA) anfallen. Entsprechend verliert die Neuerschliessung an Attraktivität. Die lange Nutzungsdauer von Infrastrukturanlagen bewirkt damit, dass die langfristige Sichtweise für unsere Fragestellung die richtige Sichtweise ist.

Bei der Kostenermittlung wird nur kurz auf die Abweichung der langfristigen von den kurzfristigen Grenzkosten eingegangen, da in der politischen Diskussion um Siedlungserweiterungen auch letztere als Entscheidungsgrundlage herbeigezogen werden.

Die langfristige Optik macht es notwendig, dass die Ausgaben für den Bau und die Kosten für den langfristigen Werterhalt in **Jahreskosten** bzw. Annuitäten umgerechnet werden. Für die verschiedenen Infrastrukturanlagen müssen deshalb Nutzungsdauern unterstellt und es muss ein Zinssatz angenommen werden.

Zusammenfassend werden bei der Kostenermittlung Aussagen zu den in Grafik 2-2 wiedergegebenen Kombinationen gemacht werden.

### Grafik 2-2: Relevante Kombinationen von Sichtweisen und Kostenarten

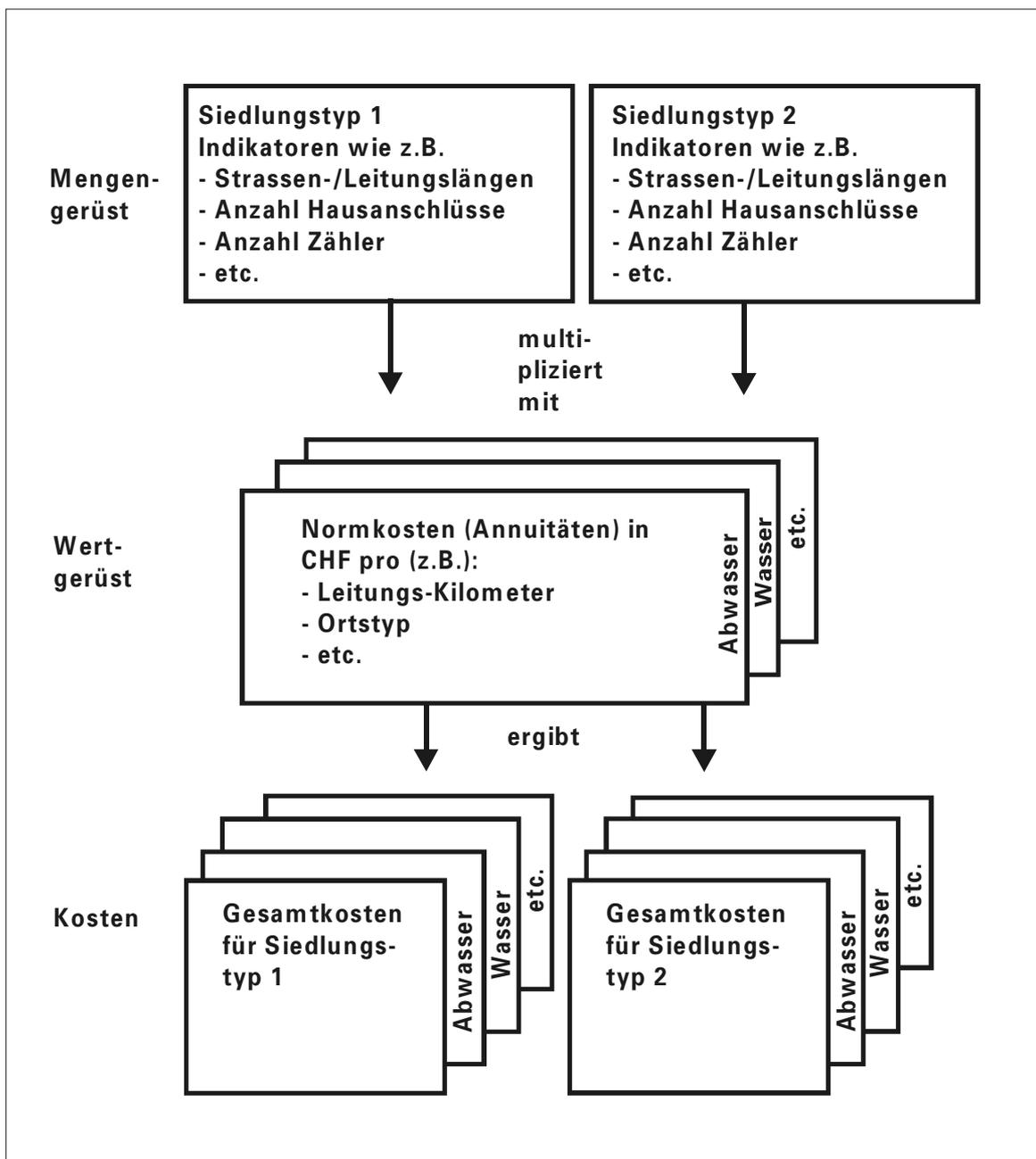


### 2.3.2 Kostenermittlung über Normkosten

Bei der Ermittlung der einzelnen in Grafik 2-1 wiedergegebenen Kostenarten stellt sich das Problem, dass neben der Siedlungsstruktur eine **Vielzahl von weiteren Einflussfaktoren** massgebend für die Höhe der Kosten ist. Wegen dieser Fremdeinflüsse ist etwa ein Vergleich von Fallbeispielen (d.h. der Infrastrukturkosten einzelner, bezüglich Siedlungsstruktur unterschiedlicher Gemeinden oder Quartiere) mit zahlreichen Problemen behaftet. Neben dem Problem, aus den Gemeinderechnungen aussagekräftige Jahreskosten (und

nicht nur Ausgaben) zu ermitteln, besteht das Problem, den Einfluss der Siedlungsstruktur vom Einfluss der übrigen Faktoren zu isolieren. So haben eigene Untersuchungen und VOKOS-Daten im Abwasserbereich<sup>(1)</sup> gezeigt, dass die Kosten der Siedlungsentwässerung ebenso stark von Faktoren wie „Trenn- oder Mischsystem“, „Bodenpreise“, „Schlamm Entsorgung“, „geologische Bedingungen“ usw. beeinflusst werden wie von der Siedlungsstruktur. Entsprechend lassen sich mit Fallbeispielen nur sehr bedingt Kostenunterschiede herleiten, welche auf unterschiedliche Siedlungsstrukturen und nicht auf andere Faktoren zurückzuführen sind. Daher eignet sich ein **Normkostenansatz** für eine zweckmässige Kostenermittlung (vgl. Grafik 2-3).

**Grafik 2-3: Normkostenmodell - Schematische Darstellung**



1 VOKOS = Vollzugskonzept Siedlungsentwässerung des Kantons Bern.

Die wesentlichen Einflussgrößen der Siedlungsstruktur werden im Mengengerüst erfasst. Das Wertgerüst, d.h. die Normkosten (z.B. für den Bau und den Unterhalt von Abwasseranlagen) werden in der Einheit „Franken pro Menge“, also z.B. Franken pro Leitungskilometer, erfasst. Anschliessend wird über die Multiplikation von Mengen- und Wertgerüst der Kostensatz hergeleitet.

Als Grundlage für die Normkosten (**Wertgerüst**) dienen einerseits Recherchen bei Fachleuten von Kantonen, Gemeinden, Verbänden und spezialisierten Planungs- und Baufirmen. Andererseits finden sich Angaben in der Fachliteratur.

Anders als beim Wertgerüst können beim **Mengengerüst** Daten aus Fallbeispielen (Gemeinden, Quartiere) beigezogen werden. Das Mengengerüst wird anschliessend mit den Normkosten multipliziert. Es entsteht somit eine Modellrechnung mit Normkosten für festgelegte „Mustersiedlungen“. Die Mustersiedlungen müssen derart ausgewählt werden, dass die siedlungsstrukturbedingten Unterschiede bei den Infrastrukturkosten aufgezeigt werden können.

Wichtig ist festzuhalten, dass mit diesem Ansatz die Problematik im Generellen dargestellt werden kann. Da beim Wertgerüst Normkosten verwendet werden, gelten die Ergebnisse **nicht für einzelne real existierende Gemeinden oder Siedlungen**.

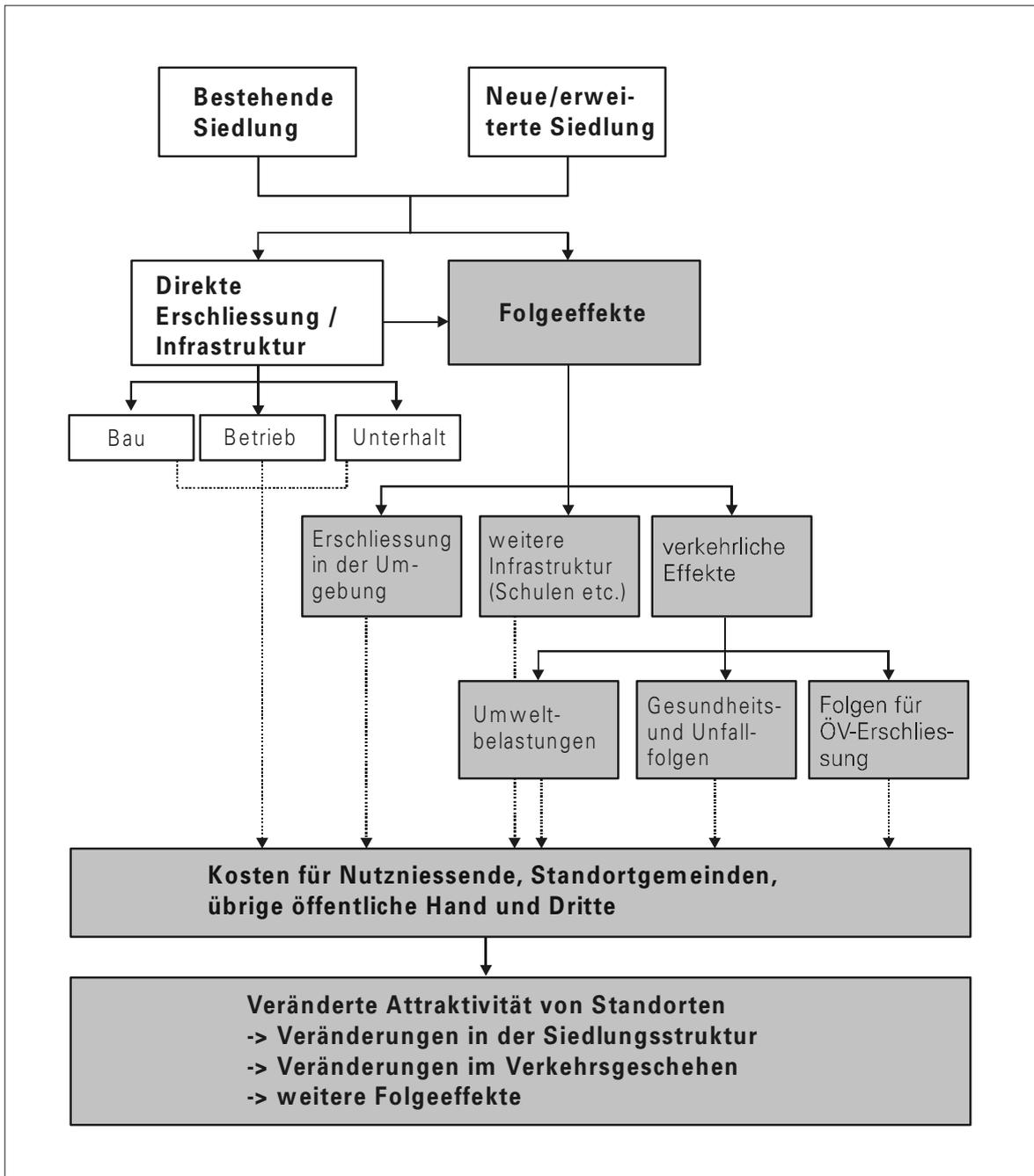
### 2.3.3 Folgekosten

Infrastrukturanlagen führen zu unterschiedlichen Folgekosten (vgl. Grafik 2-4, schattierte Bereiche):

- Infrastruktur-Folgekosten ausserhalb des betrachteten Perimeters, aber in den genannten Infrastrukturbereichen (z.B. Ausbau von Abwasserreinigungsanlagen)
- Folgekosten ausserhalb der genannten Infrastrukturbereiche, also z.B. im Gesundheitswesen, Schulen, Polizei, allg. Verwaltung etc.
- Folgekosten im Umwelt- und Gesundheitsbereich (z.B. Arbeitsausfälle, Vegetationsschäden etc.)

Es würde den Rahmen der vorliegenden Untersuchung sprengen, die verschiedenen Folgeeffekte detailliert quantifizieren zu wollen, zu unvollständig ist die Datenlage zur quantitativen Beschreibung der Wirkungszusammenhänge.

Einzig im Verkehrsbereich sind sehr grobe Abschätzungen der unterschiedlichen Verkehrsleistungen bei verschiedenen Orts- und Siedlungstypen möglich. Ausgehend von diesen können die Umwelt-, Gesundheits- und Unfallfolgekosten ansatzweise monetarisiert werden.

**Grafik 2-4: Schematische Darstellung der wichtigsten Folgeeffekte (schattiert)**

## 2.4 Definition Siedlungsstruktur

Ziel dieser Untersuchung ist es, die Infrastrukturkosten in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur zu ermitteln. Entsprechend ist eine problemlösungsorientierte Gliederung der verschiedenen Siedlungsstrukturen zu finden: Es sind also diejenigen siedlungsspezifischen Parameter herauszuheben, welche auf die Infrastrukturkosten den grössten Einfluss haben.

In einer umfassenden Untersuchung in Österreich sind die Parameter Bebauungs- und Siedlungstyp als besonders relevant für die Infrastrukturkosten herausgearbeitet worden:<sup>(2)</sup>

- Der **Bebauungstyp** wird vor allem für die Infrastrukturkosten in städtischen Neubaugebieten, aber auch für neue Siedlungsgebiete in kleineren Gemeinden als massgebend bezeichnet. Beim Bebauungstyp wird zwischen Gebieten mit freistehenden Einfamilienhäusern, verdichtetem Flachbau und Geschosswohnbau unterschieden. Je nach Bebauungstyp resultieren unterschiedliche Bebauungsdichten. Als Mass für die Bebauungsdichte kann die Grundstücksfläche je Wohneinheit herangezogen werden.
- Der **Siedlungstyp** beeinflusst in erster Linie die Infrastrukturkosten in den Wohngebieten im ländlichen Raum. Hier wird nach Lage und Ausmass der Baulandreserven zwischen kompakten Ortskernen (Hauptorte) und zersiedelten Ortskernen unterschieden. Als dritte Kategorie kommt unter der Bezeichnung Streusiedlung der dünn besiedelte, landwirtschaftlich geprägte Raum mit kleinen Weilern und Einzelgebäuden hinzu. Die unterschiedliche Dichte der verschiedenen Siedlungstypen kann durch die Anzahl Wohneinheiten pro Fläche Siedlungsgebiet ausgedrückt werden.

Je nach Bauform und Siedlungsstruktur ergeben sich unterschiedliche **Verdichtungsgrade**. Nach einer Zuordnung von Testgemeinden zu den verschiedenen Kategorien und einer Auswertung der jeweiligen Gemeindedaten wurden in der erwähnten Untersuchung in Österreich folgende Dichteklassen ausgedrückt in Wohneinheiten pro Hektare Siedlungsgebiet (WE/ha) unterschieden:

- Die Gemeinden mit dem höchsten Verdichtungsgrad wiesen eine annähernd städtische Dichte von 20 - 60 WE/ha auf.
- Kompakte kleinere Wohngemeinden mit einem grossen Anteil von Einfamilienhausüberbauung kamen auf Werte von 10 - 19 WE/ha.
- Dichten in der Grössenordnung von 5 - 9 WE/ha ergaben sich für Ortskerne mit noch relativ umfangreichen Baulandreserven.
- Bei Siedlungsdichten von 1 - 4 WE/ha wurden Anzeichen einer starken Zersiedelung ausgemacht. Die teilweise sehr dispersen Siedlungsbereiche erinnern bereits an eigentliche Streusiedlungsstrukturen.
- Streusiedlungsbereiche fanden sich vor allem in den Aussenbereichen von ländlichen Gemeinden. In diesen Gemeinden wurde eine Dichte von nur 0.5 - 0.9 WE/ha gemessen.
- Im dünn besiedelten ländlichen Raum wurden schliesslich Siedlungsdichten von weniger als 0.5 WE/ha festgestellt.

Die Unterscheidung verschiedener Dichteklassen ist in erster Linie relevant für die **innere Erschliessung** eines Siedlungsgebietes. Bei der technischen Infrastruktur mit Netzcharakter stehen dabei die Verteilleitungen im Vordergrund.

---

2 ÖIR (1999), Siedlungsstruktur und öffentliche Haushalte.

Neben der inneren Erschliessung hat aber auch die **Lage im Raum** Einfluss auf die anfallenden Infrastrukturkosten, indem sie für die Distanz zu zentralörtlichen Einrichtungen<sup>3)</sup> und für die Länge von Zuleitungen bei der technischen Infrastruktur mitbestimmend ist. Bei der räumlichen Lage sind zwei Dimensionen zu unterscheiden:

- Die **kleinräumige Lage** („wo im betrachteten Siedlungsgebiet?“) beeinflusst in erster Linie die Länge der Zuleitungen (Erschliessungsstrassen) zu den Hauptleitungen (übergeordnetes Strassennetz) bei der technischen Infrastruktur mit Netzcharakter. Sie hat aber auch Einfluss auf die Distanz zu zentralörtlichen Einrichtungen bei der Infrastruktur mit Punktcharakter.
- Ebenfalls bedeutsam für die bestehende Infrastruktur und damit für deren Kosten ist die **grossräumige Lage** („wo im regionalen Kontext?“). Es stellt sich deshalb die Frage, ob die grossräumige Erschliessung des Raumes in die vorliegende Untersuchung einbezogen werden soll? Es können sowohl Gründe für einen Einbezug als auch solche dagegen gefunden werden:
  - Bei der Ermittlung der Infrastrukturkosten von bestehenden Siedlungen wäre ein Einbezug wünschenswert. Die Durchschnittskosten, welche in diesem Fall im Vordergrund stehen (vgl. Grafik 2-2), werden durch die Erschliessung des Raumes unmittelbar beeinflusst. Ein Strassennetz zur Erschliessung zahlreicher abgelegener Ortschaften ist kostspieliger als ein weniger verzweigtes Netz, die ÖV-Erschliessung eines zersiedelten Raumes ist schwieriger, als bei einem kompakteren Siedlungssystem.  
Wenn die Infrastruktur zur Erschliessung des „Siedlungssystems Schweiz“ einbezogen werden soll, ergeben sich enorme Probleme bei der Zuordnung der Infrastrukturkosten: Welcher Teil der Nationalstrasse auf dem Gebiet der Gemeinde Muri wäre dieser anzulasten, wie hoch wäre der Kostenanteil Frutigen an der Infrastruktur der NEAT?
  - Andererseits kann argumentiert werden, dass das „Siedlungssystem Schweiz“ und mit ihm die zur Erschliessung notwendige Infrastruktur historisch gewachsen sind und nicht mehr zur Diskussion stehen. Es macht wenig Sinn, heute noch die Frage zu stellen, ob es aus Infrastrukturkostensicht besser gewesen wäre, die Besiedlung z.B. des Kandertals zu Gunsten einer forcierten Siedlungserweiterung des Raumes Thun einzudämmen. Bei dieser Optik würden übergeordnete Netze nicht betrachtet, im Wissen der bedeutsamen Infrastrukturkosten, welche sie verursachen.

Trotz der wichtigen Argumente, die für einen Einbezug der übergeordneten Netze sprechen, werden diese bei der Kostenermittlung grundsätzlich nicht berücksichtigt. Dies, weil die Herleitung von quantitativen Grössen zur Lösung des oben genannten Zuordnungsproblems den Rahmen dieser Studie sprengen würde.

Dieser Entscheid löst das Problem von Zuordnungen allerdings nicht vollständig, denn nun muss eine sinnvolle Abgrenzung zwischen Verteilnetz und Zuleitungen, welche unmittelbar einer Siedlung zugeordnet werden können, und übergeordnetem Netz ge-

---

3 Unter diesem Begriff fassen wir Infrastrukturanlagen mit Punktcharakter (Spitäler, Schulen etc.), Arbeitsplatzzentren sowie Ver- und Entsorgungszentren zusammen.

funden werden. Diese Systemabgrenzung wird pro Infrastrukturbereich einzeln vorgenommen.

- Die räumliche Lage hat einen weiteren Einfluss auf siedlungsstrukturbedingte Unterschiede bei den Infrastrukturkosten: Häufig produzieren grosse Infrastrukturanlagen gegenüber kleinen Anlagen kostengünstiger, weil **Grössenvorteile** (Skalenerträge) auftreten (z.B. bei ARA). In diesem Fall weisen Siedlungen, welche im **Einzugsgebiet von grossen Ver- und Entsorgungsanlagen** sind, tiefere Kosten auf als Siedlungen im Einzugsgebiet von kleineren Anlagen.

Die bisherige Diskussion hat gezeigt, dass die Infrastrukturkosten von mehreren siedlungsstrukturspezifischen Merkmalen oder Parametern abhängen. Eine Konzentration z.B. allein auf die Bauweise würde der Problematik der vorliegenden Untersuchung nicht gerecht werden.

Vor diesem Hintergrund haben wir **drei Parameter** ausgewählt, mit denen ein grosser Teil der siedlungsstrukturspezifischen Unterschiede bei den Infrastrukturkosten erklärt werden kann. Für die drei Parameter verwenden wir folgende Begriffe:

- Siedlungstyp
- Räumliche Lage
- Ortstyp

### a) Siedlungstyp

Der Siedlungstyp beschreibt die **Bauweise** oder den vorherrschenden **Gebäudetyp** innerhalb eines betrachteten Siedlungsgebietes bzw. Quartiers. Wir unterscheiden fünf Siedlungstypen. Die Unterscheidung basiert allein auf der Bauweise innerhalb des betrachteten Perimeters.

- Der erste Siedlungstyp (S1) sind die **freistehenden Einzelgebäude** mit grossem Umschwung (Streusiedlung).
- Beim zweiten Siedlungstyp (S2) handelt es sich um eine klassische **Einfamilienhaus-siedlung**.
- Der dritte Typ (S3) ist die **Reiheneinfamilienhaussiedlung** aktueller Prägung. Die Häuser weisen in aller Regel zwei Geschosse auf.
- Beim vierten Typ (S4) handelt es sich um eine mehrgeschossige, verdichtete Bebauung. Es ist ein typischer, dreigeschossiger Wohnblock.
- Der fünfte Typ (S5) umfasst schliesslich hoch verdichtete Bauweisen in Form eines sehr grossen **Hochhauses**.

In Tabelle 2-5 sind die Ausprägungen der wichtigsten Merkmale der fünf Siedlungstypen für einen „Normperimeter“ von 6500 m<sup>2</sup> zusammengefasst.

**Tabelle 2-5: Ausprägung der wichtigsten Merkmale der vier Siedlungstypen<sup>(4)</sup>**

<b>Merkmal</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>
<b>Gebäudetyp</b>					
Anzahl Geschosse / Gebäude	2	2	2	3	15
Ausnützungsziffer	0.04	0.34	0.53	1.00	3.50
Bruttogeschossfläche / Wohneinheit (WE)	270	203	163	144	90
Nettogeschossfläche / WE	224	168	135	119	75
Anzahl Personen pro WE	2.6	2.8	3.2	2.0	1.5
<b>Siedlungseinheit, Perimeter</b>					
Anzahl WE im Perimeter	1	11	21	45	253
Grundstücksfläche / WE	6'500	591	310	144	26
Anzahl Personen im Perimeter	3	31	67	90	379
Fläche des Perimeters	6'500	6'500	6'500	6'500	6'500

## b) Räumliche Lage

Mit dem Parameter „räumliche Lage“ soll in erster Linie die **Länge der Zuleitungen** bei der Infrastruktur mit Netzcharakter festgelegt werden. Im Vordergrund steht also die kleinräumige Lage im Siedlungsgebiet und damit die Distanz von diesem Standort bis zur bestehenden Grob- oder Grunderschliessung („Zuleitung“). Mit diesem Parameter soll bei den Berechnungen mit dem Normkostenmodell der Fall abgedeckt werden können, bei welchem eine Siedlungserweiterung etwas abseits der bestehenden Groberschliessung erfolgt. Wir werden diesen Fall als disperse Siedlungsentwicklung bezeichnen.

Wie oben andiskutiert, wird für die einzelnen Infrastrukturbereiche zu diskutieren sein, wo die Grenze zwischen Zuleitung und übergeordnetem Netz sinnvollerweise gezogen wird.

## c) Ortstyp

Der dritte Parameter ist der Ortstyp. Er wird wegen der oben erwähnten Grössenvorteile bei Infrastrukturanlagen vor allem für die unterstellte Dimensionierung der Infrastruktur und damit für die verwendeten Normkostensätze relevant sein. Wir unterscheiden vier Ortstypen:

- Beim ersten Ortstyp handelt es sich um eine grössere Schweizer **Stadt**. Wir gehen von einer Einwohnerzahl von 100'000 - 150'000 Einwohnern aus, wie sie etwa in der Stadt Bern zu finden ist.

4 Die Ausprägungen basieren auf den ganz am Schluss von Anhang A wiedergegebenen Plänen der fünf Siedlungstypen. Die Ausarbeitung der Pläne und damit die Festlegung der Merkmale der fünf Siedlungstypen erfolgte durch das Architekturbüro Joliat + Suter in Biel.

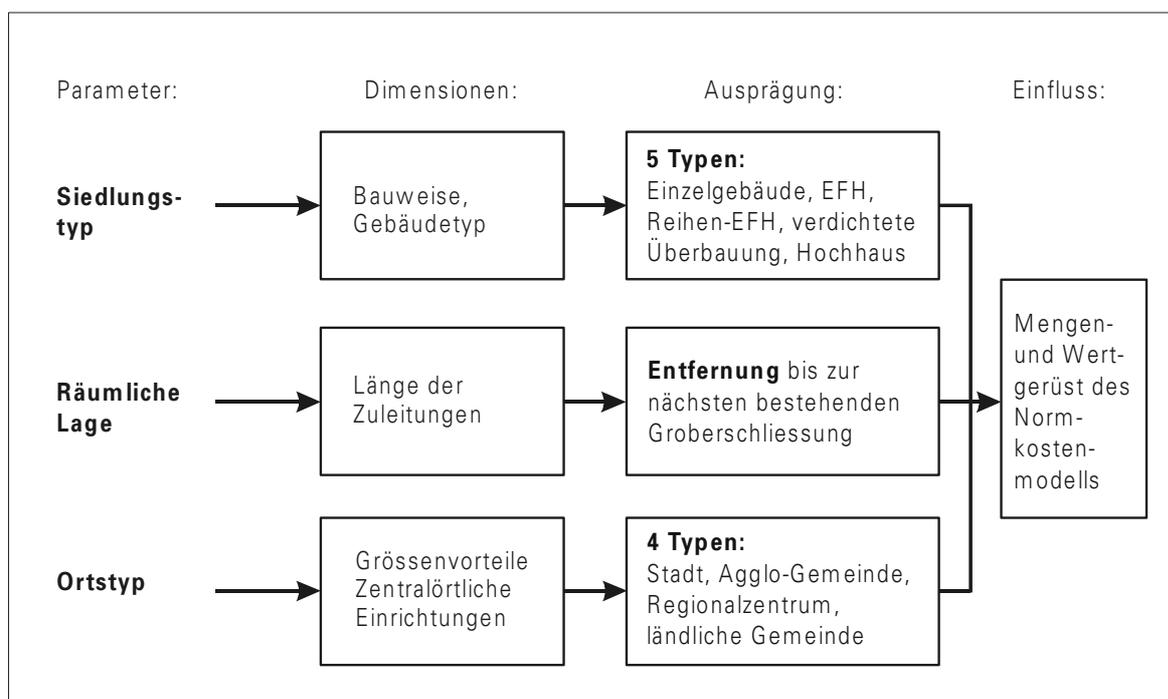
- Der zweite Ortstyp ist eine **Agglomerationsgemeinde**. Die Stadt dient sowohl als Arbeits- als auch Einkaufsort. Die Agglomerationsgemeinden zusammen weisen noch einmal ähnlich viele Einwohnerinnen und Einwohner auf wie die Kernstadt. Insgesamt wird bei der Agglomeration (inkl. Stadt) damit von einer Grössenordnung von 200 - 300'000 Einwohnerinnen und Einwohnern ausgegangen.
- Der dritte Ortstyp ist ein **regionales Zentrum** mit 3 - 6'000 Einwohnern. Beispiele aus dem Kanton Bern sind etwa Sumiswald, Meiringen, Moutier oder St. Imier.
- Der letzte Ortstyp ist schliesslich eine **kleinere Gemeinde im ländlichen Raum** mit einer Einwohnerzahl von 1'000 bis 1'500. Beispiele im Kanton Bern sind etwa Boltigen, Dürrenroth und Innertkirchen. Wir gehen davon aus, dass dieser Gemeindetyp einen vergleichsweise hohen Anteil typischer Streusiedlungen aufweist.

Für die vier Ortstypen werden im vorliegenden Bericht folgende Kürzel verwendet: Stadt, Agglo, RegZent und RandGem.

Mit dieser Auswahl werden selbstverständlich nicht alle Gemeindetypen der Schweiz erfasst. Sie dürfte aber so gewählt sein, dass die wichtigsten Fragen dieser Untersuchung adäquat angegangen werden können.

In Grafik 2-7 ist zusammenfassend dargestellt, wie die drei verschiedenen Parameter, mit welchen die unterschiedlichen Siedlungsstrukturen beschrieben werden, in das Normkostenmodell einfließen.

**Grafik 2-7: Parameter zur Beschreibung unterschiedlicher Siedlungsstrukturen im Normkostenmodell**



## 2.5 Träger der Kosten

Aus ökonomischer Sicht stellt sich die Frage, warum hohe Infrastrukturkosten bei bestimmten Siedlungstypen überhaupt ein Problem darstellen. Sie sind dann kein Problem, wenn sie von den Nutzniessenden der Infrastruktur vollständig bezahlt würden, wenn also der Kreis der Zahlenden und Entscheidenden mit jenen der Nutzniessenden übereinstimmen würde.

Es ergäbe sich ein Gleichgewicht von Nutzen und Kosten eines bestimmten Siedlungstyps, z.B. den (vermuteten) Infrastruktur-Mehrkosten einer dezentralen Siedlung und deren Nutzen (Ruhe, Naturnähe, Bodenpreise). Anders gesagt: Ballungsvorteile und Ballungsnachteile würden sich ausgleichen. „Das Marktergebnis“ wäre ein raumökonomisches Optimum der Besiedlung.

Diese Argumentation ist theoretisch richtig, die geschilderte Situation entspricht aber in den aller wenigsten Fällen der Realität. In der Praxis kommen nämlich häufig folgende Konstellationen vor, bei welchen das „Marktergebnis“ nicht optimal ist und entsprechend auch aus ökonomischer Sicht ein Problem besteht:

- wenn die Infrastrukturkosten **nicht vollständig von den Nutzniessenden bezahlt** werden, d.h. teilweise auf Dritte abgewälzt werden (Spillovers, externe Kosten; allenfalls auch durch Subventionierung oder nicht verursacherorientierte Einheits-)Tarife bei bestimmten Infrastrukturen)
- wenn **übergeordnete politische Ziele** (z.B. der Raumordnung) oder andere nicht im Marktpreis erfasste Effekte (z.B. Umweltbelastungen) mit bestimmten Siedlungstypen und Infrastrukturen verbunden sind (aus ökonomischer Sicht würde man von externen Nutzen oder meritorischen Gütern, im negativen Fall von externen Kosten sprechen).
- wenn die Kosten und insbesondere die Folgekosten (indirekte Kosten) von den Gemeinden **nicht richtig vorausgesehen werden** und sie in finanzpolitische Schwierigkeiten bringen, welche letztlich bis zu einer Abwälzung der Kosten auf Dritte (Schuldenübernahmen, Konkurs, Auffang-Vorrichtungen) führen können.

Man könnte sich nun auf Grund dieser Überlegungen auf die Kosten konzentrieren, die nicht direkt von den Nutzniessenden bezahlt werden. Wie gezeigt, sind diese aus einer ökonomischen Sicht wichtiger als die gesamten Kosten. Andererseits sind aber auch Informationen über die Gesamtkosten sehr interessant, um Vergleiche über den gesamten volkswirtschaftlichen Wertverzehr von Infrastrukturanlagen unterschiedlicher Siedlungsformen anzustellen.

Vor diesem Hintergrund werden in einem ersten Schritt die Gesamtkosten ermittelt werden. Da hohe Infrastrukturkosten also nicht *per se* ein Problem sind, ist in einem zweiten Schritt, in der Kostenträgerrechnung, zu untersuchen, zu welchen Lasten die Kosten fallen bzw. wer für die Finanzierung der Kosten aufkommt:

- Kosten zu Lasten der **Nutzniessenden**, d.h. Kosten, die von den Nutzniessenden der Infrastruktur selbst getragen werden (z.B. über Anschlussgebühr für Abwasserleitung)

- Kosten zu Lasten der **Standortgemeinde** (z.B. ungedeckte Erschliessungskosten, diese werden über Steuern und Gebühren den Nutzniessenden insgesamt, aber nicht in allen Fällen auch verursachergerecht, wieder verrechnet)
- Kosten zu Lasten **anderer Gemeinden** und zu Lasten der **Kantone** und des **Bundes**
- Kosten zu Lasten Dritter bzw. der **Allgemeinheit** (z.B. Umweltbelastungen)

Im Rahmen der Kostenträgerrechnung werden finanzielle Transfers (z.B. zweckgebundene Subventionen vom Kanton an die Gemeinden) zu berücksichtigen sein. Hier stellt sich allerdings das Problem, dass je nach betrachteten Kantonen und Gemeinden mit grossen Unterschieden zu rechnen ist. Angesichts dieser Vielfalt wird in der Kostenträgerrechnung nur auf die generelle Problematik, nicht aber auf die Unterschiede im Detail eingegangen.

## 2.6 Aussagemöglichkeiten des Normkostenmodells

Die Wahl eines Normkostenmodells zur Analyse der siedlungsstrukturbedingten Unterschiede bei den Infrastrukturkosten hat Rückwirkungen auf die Aussagemöglichkeiten. Mit dem in den obigen Abschnitten beschriebenen Modell können folgende Aussagen gemacht werden:

- Für bestehende Siedlungen unterschiedlicher Art lassen sich die Kosten verschiedener Infrastrukturbereiche aufzeigen. Die Kosten beziehen sich sowohl auf die innere als auch auf die äussere Erschliessung (v.a. Groberschliessung).
- Soll ein bestehendes Siedlungsgebiet durch einzelne Siedlungen erweitert werden, kann das Normkostenmodell abschätzen, welche zusätzlichen Infrastrukturkosten anfallen und dies in Abhängigkeit davon, wo im Siedlungsgebiet die Erweiterung erfolgt und wie dies geschieht (kleinräumige Lage und Bauweise).
- Sowohl bei den Aussagen über die Infrastrukturkosten bestehender Siedlungen als auch von Siedlungserweiterungen kann zwischen verschiedenen Ortstypen differenziert werden.
- Schliesslich lassen sich auch *grobe* Aussagen auf der Stufe Gesamtgemeinde - und nicht nur auf Stufe einzelne Siedlung - machen. Zu diesem Zweck muss das gesamte Siedlungsgebiet der Gemeinde auf unsere fünf Siedlungstypen verteilt werden. Über eine anschliessende Hochrechnung können die Kosten auf Stufe Gemeinde in ihrer Grössenordnung abgeschätzt werden.  
Bei diesen Gemeinde handelt es sich aber um Idealtypen und nicht um real existierende Gemeinden. Entsprechend werden die Ergebnisse des Normkostenmodells nur zufällig unmittelbar mit empirisch abgestützten Werten existierender Gemeinden übereinstimmen.

Mit dem Kostenmodell nicht berechenbar sind die Infrastrukturkosten des „Siedlungssystems Schweiz“, da übergeordnete Netze grundsätzlich nicht in die Untersuchung einfließen.

## 2.7 Vorgehen zur Ermittlung der Infrastrukturkosten

In den bisherigen Abschnitten des Kapitels 2 sind die theoretischen und konzeptionellen Grundlagen für die Ermittlung der Höhe der Infrastrukturkosten in Abhängigkeit der Siedlungsentwicklung bereitgestellt worden. In diesem Abschnitt soll nun aufgezeigt werden, wie in den vier vertieft zu analysierenden Infrastrukturbereichen Abwasserentsorgung, Wasserversorgung, Verkehr und Stromversorgung die Abschätzung der Infrastrukturkosten vorgenommen werden soll.

Konkret unterscheiden wir 5 Teilschritte:

### 1) Wirkungsmodell und Systemgrenzen

Im ersten Teilschritt stehen Systemabgrenzungsfragen und methodische Fragestellung im Vordergrund. Konkret wird auf folgende Punkte eingegangen:

#### a) Welche Teile des betrachteten Infrastrukturbereichs sollen in die Untersuchung einbezogen werden?

Die Beantwortung dieser Frage hängt von den räumlichen Systemgrenzen ab. Diese werden für die einzelnen Infrastrukturbereiche so gewählt, dass möglichst viele, und gleichzeitig nur siedlungsstrukturbedingte Unterschiede erfasst werden. Kein relevantes Kriterium ist die Unterscheidung, ob die Bereitstellung durch Private oder durch die öffentliche Hand erfolgt. Dieser Punkt wird in der Kostenträgerrechnung im Zentrum der Analyse stehen (vg. Teilschritt 4 unten).

In jedem Infrastrukturbereich wird grundsätzlich zwischen zwei Teilen unterschieden:

- der **inneren** Erschliessung (Quartiererschliessung, Hausanschluss)
- der **äusseren** Erschliessung (Groberschliessung, Einzugsgebiet)

#### b) Wie beeinflusst der Siedlungstyp die Höhe der Infrastrukturkosten?

In Kapitel 2 sind fünf verschiedene Siedlungstypen unterschieden worden. In diesem Teilschritt wird aufgezeigt, wie die verschiedenen Siedlungstypen die anfallenden Infrastrukturkosten beeinflussen.

#### c) Wie beeinflusst die räumliche Lage die Höhe der Infrastrukturkosten?

In einem nächsten Schritt zeigen wir auf, inwiefern die klein- oder grossräumige Lage des Siedlungsgebietes die Kosten im betrachteten Infrastrukturbereich beeinflusst.

#### d) Wie beeinflusst der Ortstyp die Höhe der Infrastrukturkosten?

Die Kosten der Infrastruktur hängen entscheidend von der Grösse des Siedlungsgebietes (Grössenvorteile) und vom Ausstattungsstandard ab. Diese Abhängigkeiten werden mit dem Ortstyp erfasst. Die Grössen der Ortstypen wurden im Kapitel 2.4 definiert. Die Ausstattungsstandards werden sich auf entsprechende Vorschriften und/oder politisch beschlossene bzw. historisch gewachsene Strukturen abstützen müssen. Es ist nicht anzunehmen, dass diese Vorgaben in allen Fällen so ausgestaltet sind, dass die betrachtete Infrastruktur optimal dimensioniert sowie kosteneffizient er-

stellt worden ist und unterhalten werden kann. Es würde den Rahmen dieser Studie jedoch sprengen, diese Vorgaben in Frage stellen zu wollen.

### e) Welche Fremdeinflüsse haben erheblichen Einfluss auf die Höhe der Infrastrukturkosten?

Neben dem Ausstattungsstandard beeinflussen weitere Faktoren wie z.B. die geographische Lage oder die Topographie die Höhe der Infrastrukturkosten. In der vorliegenden Untersuchung wird (z.B. bei der Festlegung der Normkosten) grundsätzlich von einer „durchschnittlichen“ Situation ausgegangen. In der Realität können sich wegen dieser Fremdeinflüsse erhebliche Abweichungen von der Normalsituation ergeben. In diesem Teilschritt wird das Ausmass dieser Abweichungen qualitativ beschrieben. Damit soll eine Einstufung des Ausmasses des Einflusses der Siedlungsstruktur auf die Infrastrukturkosten ermöglicht werden.

## 2) Mengen- und Wertgerüst

Das oben konkretisierte Normkostenmodell wird in diesem Teilschritt für den betrachteten Infrastrukturbereich operationalisiert. Es wird aufgezeigt, welche Inputdaten in das Berechnungsmodell einfließen. Die quantitativen Werte finden sich in den **Anhängen A** (Mengengerüst) und **B** (Wertgerüst).

Die in Kapitel 2 beschriebene Unterscheidung zwischen einer statischen Sicht („bestehende Siedlung“) und dynamischen Sicht („neue/erweiterte Siedlung“) wird hier wieder aufgenommen. Es wird gezeigt, welche Infrastrukturkostenteile bei welcher Sicht relevant sind.

## 3) Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen

Im nächsten Arbeitsschritt werden mit dem entwickelten Mengen- und Wertgerüst die Gesamtkosten nach Siedlungstyp hergeleitet. Die Gesamtkosten werden als **Kosten in CHF pro EinwohnerIn und Jahr** dargestellt.

Angaben zu den Gesamtkosten und zu den Kosten pro Wohneinheit finden sich in den Tabellen von **Anhang C**.

Die Ergebnisse werden der Einfachheit halber jeweils für alle Kombinationen von Siedlungs- und Ortstypen ausgewiesen. Bei der Interpretation sollte berücksichtigt werden, dass sich einzelne solcher Kombinationen ausschliessen. So wird sich etwa in einer kleinen ländlichen Gemeinde (Ortstyp RandGem) kein Siedlungstyp 5, d.h. kein mehrgeschossiges Hochhaus finden. Umgekehrt wird der Streusiedlungsanteil im Ortstyp Stadt sehr gering sein.

Ausgewiesen werden folgende Ergebnisse der Anwendung des Normkostenmodells:

- Durchschnittskosten bestehender Siedlungen
- Grenzkosten einer Siedlungserweiterung: Hier werden in einem ersten Schritt die langfristigen Grenzkosten einer Siedlungserweiterung ausgewiesen, welche von ihrer

Struktur her jener der bestehenden Siedlung entspricht. Konkret bedeutet dies, dass vom gleichen Mengengerüst (vgl. Anhang A) ausgegangen wird. Anschliessend wird aufgezeigt, welche Infrastrukturkosten entstehen, wenn die Siedlungserweiterung kompakter („verdichtet“) oder weniger kompakt („dispers“) erfolgt.

Schliesslich wird, wo diese Fragestellung relevant ist, in aller Kürze der Kostenunterschied zwischen einer langfristigen und einer kurzfristigen Perspektive diskutiert.

- In einem letzten Absatz wird schliesslich auf die Frage der Sensitivitäten bei den Ergebnissen der Berechnungen mit dem Normkostenmodell eingegangen.

#### 4) Kostenträgerrechnung

In Abschnitt 2.5 oben ist ausführlich dargelegt worden, warum wir nicht hohe Infrastrukturkosten an sich als problematisch betrachten, sondern das Augenmerk auf den nicht verursachergerecht getragenen Teil dieser Kosten legen. Mit der Kostenträgerrechnung soll aufgezeigt werden, inwieweit das Verursacherprinzip im untersuchten Infrastrukturbereich umgesetzt wird.

Dabei wird die in Abschnitt 2.5 beschriebene Unterscheidung der einzelnen Kostenträger verwendet:

- Die erste Kostenträgerkategorie sind die **Nutzniessenden**. Hier stellt sich nicht „nur“ die Frage, ob die Nutzniessenden insgesamt für die von ihnen verursachten Kosten aufkommen. Wichtig ist vielmehr, ob das Preissignal, welches Nutzniessende über Steuer-, Abgaben- und Gebührensysteme erhalten, die von ihm verursachten Kosten adäquat wiedergibt. Es werden also nicht nur die Einnahmen aus diesen Systemen zu betrachten sein, sondern auch die Struktur dieser Systeme und damit der Kostenüberwälzungsmechanismus. Die Überwälzung der Kosten auf die Nutzniessenden sollte möglichst verursachergerecht erfolgen. Das Verursacherprinzip wird dann am besten umgesetzt, wenn der variable Teil der Infrastrukturkosten und der Folgekosten benutzungsabhängig überwält wird, der Fixkostenteil hingegen über eine benutzungsunabhängige Grundgebühr.
- Eine Einschränkung des Verursacherprinzips liegt vor, wenn die Kosten nicht direkt von den Nutzniessenden sondern vom Gemeinwesen getragen wird, in welchem das betrachtete Siedlungsgebiet liegt, wenn also die **Standortgemeinde** der Kostenträger ist. Hier ergibt sich nur noch eine beschränkte Übereinstimmung von Nutzniessenden und Kostenträgern.
- Noch geringer ist diese Übereinstimmung, wenn nicht die Standortgemeinde sondern **der Kanton oder der Bund** für die Kosten der Infrastruktur aufkommen.
- Das Verursacherprinzip wird überhaupt nicht mehr umgesetzt, wenn die Kosten auf **Dritte** bzw. die Allgemeinheit abgewälzt werden.

#### 5) Schlussfolgerungen

In einem letzten Schritt gilt es, aus der vorangehenden Analyse die Schlussfolgerungen zu ziehen.

## 3 Abwasserentsorgung

Über 90% der Schweizer Bevölkerung sind an einer zentralen Abwasserreinigungsanlage (ARA) angeschlossen. Im Rahmen dieser Studie werden die Kosten für die technische Infrastruktur zur Abwasserentsorgung ermittelt. Die Kosten für die Abwasserentsorgung betragen etwa 150 bis 500 CHF pro EinwohnerIn und Jahr. Die Abwasserentsorgung ist damit ein kostenträchtiger Infrastrukturbereich.

### 3.1 Systemgrenzen und Wirkungsmodell

In einem ersten Schritt zeigen wir, wie die Siedlungsstruktur die Infrastrukturkosten beeinflusst. Damit wird die Basis für die anschliessende Datenerhebung gelegt. Im Folgenden diskutieren wir die einzelnen Abgrenzungs- und methodischen Fragen.

#### a) Welche Kostenbestandteile der Abwasserentsorgung werden untersucht?

Die nachfolgende Grafik zeigt, welche Infrastrukturkostenbestandteile im Bereich der zentralen Abwasserentsorgung in dieser Studie erhoben werden. Es sind dies die folgenden Bereiche, deren Kosten abhängig sind vom Orts- oder Siedlungstyp:

- Innere Erschliessung: Sie beinhaltet die Kosten für den **Hausanschluss**, die nötigen **Kontrollschächte/-Stutzen** und eine allfällige **Quartiererschliessung**
- Äussere Erschliessung: Es sind dies die Kosten für die **Groberschliessung**, die Zubringerleitungen zur ARA (**Verbandskanäle**), die **Sonderbauwerke** (Pumpwerke, Regenbecken, usw.) und die Kosten der **Abwasserreinigungsanlage**, darin sind neben den Kosten für die Abwasserreinigung auch die Kosten der Klärschlamm Entsorgung enthalten.<sup>(1)</sup>

Es werden somit diejenigen Kosten eruiert, die beim Abwasserverursacher und dem Kanalnetzbetreiber - in der Regel ist dies die Gemeinde<sup>(2)</sup> - und dem Kläranlagenbetreiber - dies sind in der Regel Gemeinden oder Zweckverbände - anfallen.

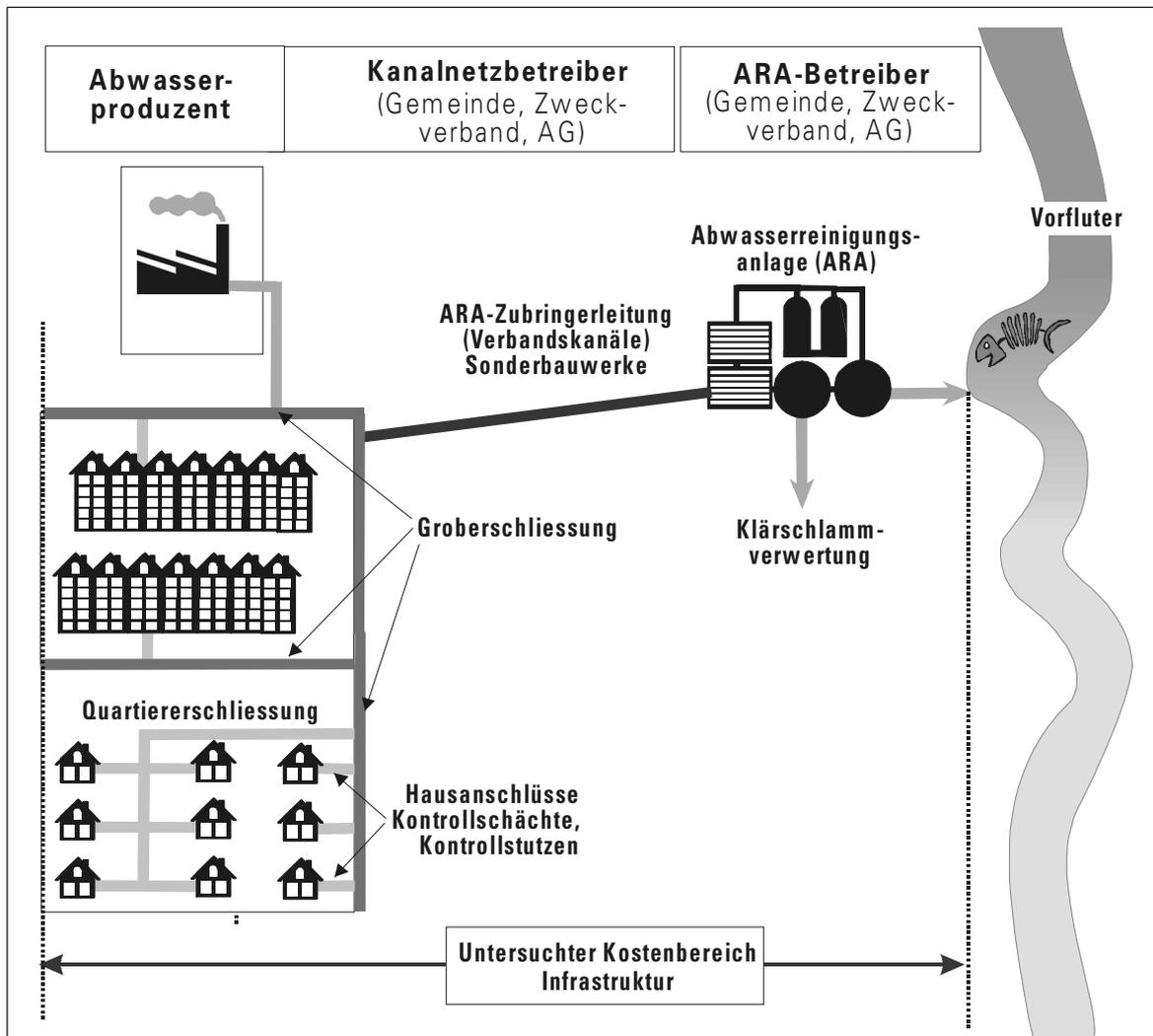
Bei der Abschätzung der Kosten sind sowohl die Bereitstellung der Infrastruktur (Investitionskosten und Kosten der Werterhaltung) als auch die Nutzung der Infrastruktur (Kosten für Betrieb und Unterhalt) zu berücksichtigen.

---

1 Bei der Kostenermittlung der dezentralen Abwasserentsorgung (in Streusiedlungen) werden die Kosten für die Abwasserreinigung (Einzelkläranlagen, dezentrale Kleinkläranlagen) berücksichtigt.

2 Sammelkanäle werden teilweise auch von Zweckverbänden oder - heute erst in Ausnahmefällen - von Aktiengesellschaften betrieben.

**Grafik 3-1: Systemabgrenzung: Untersuchte Kostenbereiche der Abwasserentsorgung**



Die folgenden Kostenbereiche sind unabhängig vom Orts- und Siedlungstyp und werden im Rahmen dieser Studie nicht erhoben:

- Kosten für **betriebliche Vorklärungen**: Es sind dies Massnahmen der Industrie und des Gewerbes zur Verminderung der Schmutzstoffeinträge in die Kanalisation und die Massnahmen der Landwirtschaft (Güllengruben, usw.). Diese Kosten sind in der Regel nicht abhängig vom Ortstyp.
- Kosten für die **Renaturierung von Gewässern**: Renaturierungen von Gewässern werden unter anderem zur Steigerung der Selbstreinigungskraft der Gewässer vorgenommen. In der Regel werden diese Renaturierungen aber nicht an Stelle sondern in Ergänzung zu den technischen Massnahmen auf den Kläranlagen vorgenommen. Eine spezielle Berücksichtigung dieser Kosten drängt sich somit im Rahmen dieses Projekts nicht auf.

- Kosten für den **Hochwasserschutz**: Auch wenn das heutige Abwasserentsorgungssystem zumindest indirekt für Hochwasserereignisse und damit auch für allfällige Kosten zum Hochwasserschutz mitverantwortlich ist, wird auf die Erhebung dieser Kosten verzichtet. Einerseits sind die Hochwasserschutzkosten im Vergleich zu den gesamten Infrastrukturkosten im Abwasserentsorgungsbereich sehr gering und andererseits wäre es äusserst aufwändig, eine sinnvolle Abgrenzung zu den anderen hochwassererzeugenden Einflussfaktoren (Bodenversiegelung, usw.) vorzunehmen.
- Kosten für **Störfallvorsorge bzw. Unfallbekämpfung** (Öl- und Chemiewehr): Diese Kosten dürften zwar nicht ganz unabhängig sein vom Orts- und Siedlungstyp, jedoch ist die Bedeutung der Kosten für die Öl- und Chemiewehr im Vergleich zu den anderen Infrastrukturkosten äusserst bescheiden, so dass eine Differenzierung nach verschiedenen Orts- und Siedlungstypen kaum Sinn macht.

### b) Wie beeinflusst der Siedlungstyp die Höhe der Infrastrukturkosten?

Im Bereich der Abwasserentsorgung beeinflusst der Siedlungstyp insbesondere das Mengengerüst. Die wichtigsten siedlungstypabhängigen Einflussfaktoren sind:

- Anzahl und durchschnittliche Länge der **Hausanschlüsse**: Jedes Gebäude verfügt über einen Kanalisationsanschluss. Bei Gebäuden mit mehreren Wohnungen ist mit etwa denselben Planungs- und Baukosten für den Hausanschluss zu rechnen wie bei einem Einfamilienhaus.<sup>3)</sup> Dies bedeutet, dass die Pro-Kopf-Kosten für den Hausanschluss eines Einfamilienhauses höher liegen als bei Mehrfamilienhäusern.
- Länge der **Quartierserschliessung**: Unter der Quartierserschliessung verstehen wir die kleinräumige Erschliessung, beispielsweise die Quartierserschliessung. Bei dichter besiedelten Gebieten (beispielsweise Siedlungstyp S3) sind die Kosten für die Quartierserschliessung kleiner als bei weniger dicht besiedelten Gebieten (Siedlungstypen S1 und S2). Bei sehr dicht besiedelten Gebieten entfällt in der Regel eine eigentliche Quartierserschliessung. Die Erschliessung wird direkt via Groberschliessung vorgenommen (Siedlungstyp S4 und S5).
- **Groberschliessung mit Quartierserschliessungsfunktion**: In der Regel kann ein Teil der Gebäude direkt von der Groberschliessung erschlossen werden. Die Groberschliessung nimmt in diesem Falle eine Quartierserschliessungsfunktion wahr. Hier stellt sich die Frage, welchen Anteil der Groberschliessung der einzelnen Siedlung anzulasten ist. Im Abschnitt 1.2 des Anhangs A wird aufgezeigt, wie diese Festlegung im vorliegenden Projekt erfolgt.

### c) Wie beeinflusst die kleinräumliche Lage die Höhe der Infrastrukturkosten?

Wenn eine Neubesiedlung mit einem bestimmten Siedlungstyp vorgenommen wird, so werden die Infrastrukturkosten auch davon abhängen, ob eine Groberschliessung bereits vorhanden ist oder ob eine neue Groberschliessung - sprich Zuleitung - zu erstellen ist:

---

3 Hingegen werden in der Regel stark unterschiedliche Anschlussgebühren verlangt, was hier aber nicht zur Diskussion steht. Die Problematik der Anschlussgebühren wird im Kapitel Kostenträgerrechnung näher beleuchtet.

- Länge der **Zuleitung**: Mit den Kosten für die Zuleitung, die massgeblich von der Länge dieser Zuleitung abhängen, können Siedlungen an peripheren Lagen adäquat erfasst werden. Zuleitungen, die zur Erschliessung einer Siedlung notwendig sind und hauptsächlich von dieser Siedlung genutzt werden, sind kostenmässig dieser Siedlung anzulasten.

#### **d) Wie beeinflusst der Ortstyp die Höhe der Infrastrukturkosten?**

Der Ortstyp beeinflusst sowohl das Mengengerüst als auch das Wertgerüst. Die wichtigsten vom Ortstyp abhängigen primären Einflussfaktoren sind:

- **Kosten für die Groberschliessung**: In städtischen Gebieten sind zwar die Kanallängen pro Kopf kurz, aber die Kosten pro Laufmeter sind hoch. Die Gründe dafür liegen im grösseren Kanalisationsdurchmesser, den erschwerten Bedingungen beim Bau wegen Verkehr und zahlreichen Werkleitungen. Umgekehrt sind in ländlichen Gemeinden die Kanäle länger, aber auf Grund der kleineren Durchmesser und der einfacheren Linienführung kostengünstiger.
- **Länge und Kosten der ARA-Zubringerleitungen (Verbandskanäle)**: Es sind dies die Kanäle, die nicht der Grob- oder Quartierserschliessung dienen. In der Regel sind dies die Verbandskanäle, wie beispielsweise die Zuleitung zur ARA. Im städtischen Raum fallen diese Leitungen im Vergleich zu den übrigen Kanälen kaum ins Gewicht. Im ländlichen Raum hingegen können die Kosten Grund der langen Zuleitungen zur ARA bzw. der nötigen Verbindungen verschiedener Ortsteile ins Gewicht fallen.
- **Grösse und Kosten der ARA**: Der dicht besiedelte Raum kann von den Grössenvorteilen (Skaleneffekte) einer grossen ARA profitieren. Je grösser die ARA, desto geringer die Pro-Kopf-Kosten.

#### **e) Welche Fremdeinflüsse haben erheblichen Einfluss auf die Höhe der Infrastrukturkosten?**

Im Abwasserbereich gibt es sehr viele Einflussfaktoren, die oben noch nicht diskutiert wurden und die Kosten der Abwasserentsorgung massgebend mitbestimmen. Die wichtigsten Einflussfaktoren können wie folgt zusammengefasst werden:

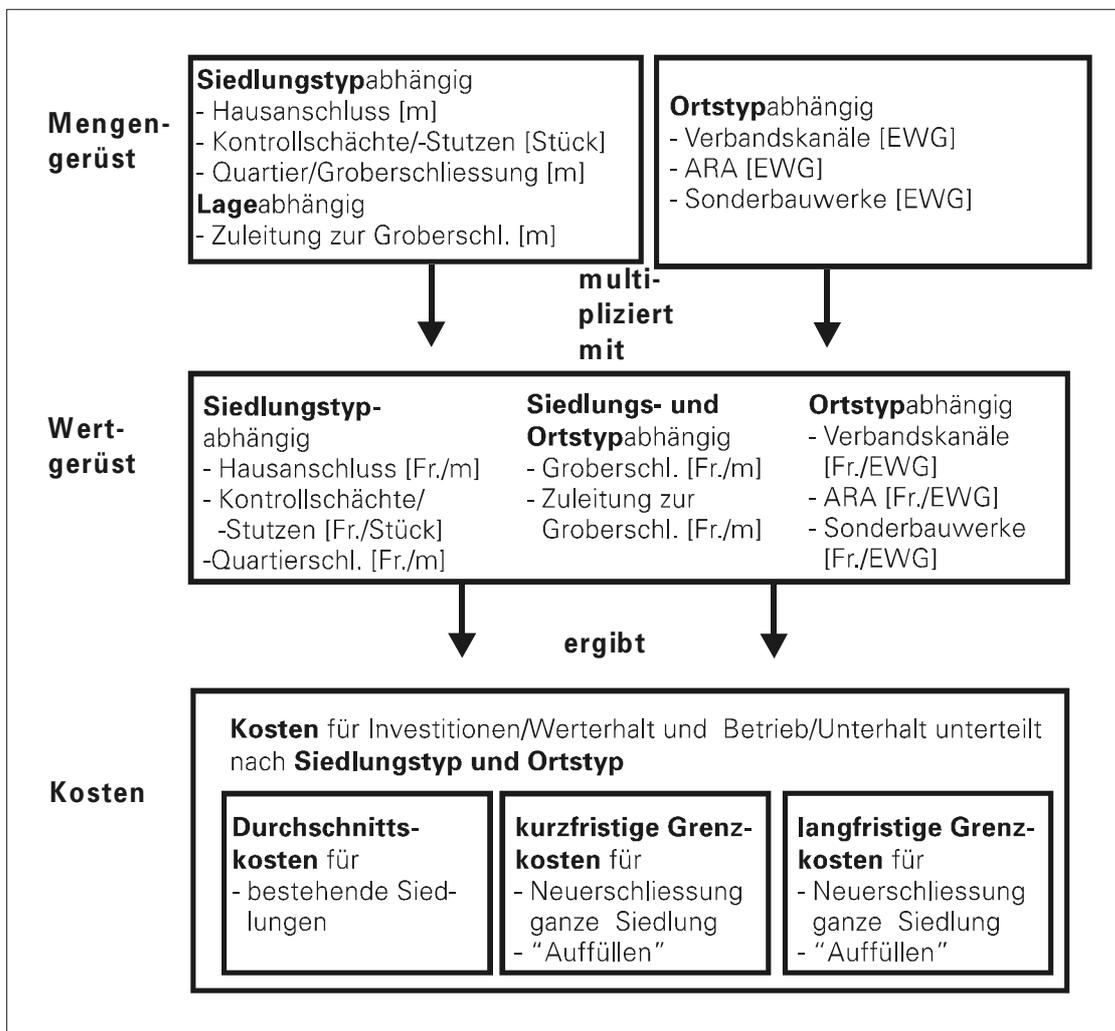
- **Topographie, Baugrund**: Sowohl Topographie wie Baugrund bestimmen die Kosten sowie evtl. die Anordnungen der Gebäude innerhalb der Siedlungen und damit auch die Leitungslängen für Hausanschlüsse, Quartier-, Groberschliessung und Sammelkanäle. Aber auch die Kosten für die ARA sind von den topographischen Gegebenheiten und dem Baugrund abhängig.
- **Industrieanteil**: Je grösser der Industrieanteil bei einer ARA ist, desto mehr können in der Regel die angeschlossenen Einwohner von den Grössenvorteilen der ARA profitieren. Andererseits können sich je nach Zusammensetzung des Industrieabwassers auch Mehrkosten bei der Schlamm Entsorgung ergeben (weil beispielsweise der Schlamm nicht mehr landwirtschaftlich verwertbar ist).

- **Nähe einer Grosskläranlage:** Für Regionalzentren oder Randgemeinden kann es wirtschaftlicher sein, statt einer eigenen Kläranlage eine Sammelleitung zur nächsten grösseren Kläranlage zu bauen. Damit fallen zwar zusätzliche Kosten für die Sammelleitungen an, die Gemeinde kann aber von den Grössenvorteilen der Grosskläranlage profitieren. Insgesamt ist bei solchen Gemeinden mit geringeren Kosten für die Abwasserentsorgung zu rechnen.
- **Aufnahmefähigkeit der Gewässer:** Ein schon stark belastetes Gewässer oder ein Gewässer mit geringer Aufnahmekapazität für Schmutzfrachten verlangt nach weitergehenden Reinigungsleistungen, die zu höheren Kosten für die Abwasserentsorgung führen.
- **Art der Schlamm Entsorgung:** Die günstigste Art der Schlamm Entsorgung ist in der Landwirtschaft. Da die landwirtschaftliche Fläche begrenzt ist oder der Schlamm in bestimmten Fällen zu hohe Schadstoffkonzentrationen aufweist, kann nicht der gesamte anfallende Schlamm in der Landwirtschaft ausgebracht werden. ARAs, die einen grösseren Teil ihres Schlammanfalls anderweitig entsorgen müssen (Verbrennung), sind mit höheren Kosten konfrontiert.
- **Überregionale gewässerschutzpolitische Zielsetzungen:** Aus gewässerschutzpolitischer Sicht soll beispielsweise der Stickstoffeintrag in die Gewässer reduziert werden. Die Kläranlagen sollen dabei ihren Teil zur Reduktion der Stickstofffrachten beitragen. Aus wirtschaftlichen Überlegungen wird nur von den grösseren Kläranlagen eine möglichst umfassende Stickstoffreduktion verlangt. Dies verursacht Zusatzkosten bei den grossen Kläranlagen. Die kleineren Kläranlagen können dafür auf weitergehende Massnahmen verzichten.

Wie sich diese Fremdeinflüsse auf die Infrastrukturkosten auswirken, wird im Rahmen einer Sensitivität analysiert: Die Durchschnittskosten werden nach unten (bei „günstigen Bedingungen“) bzw. nach oben angepasst (bei „ungünstigen Bedingungen“). Damit kann beurteilt werden, wie stark die Kostenunterschiede in der Siedlungsstruktur durch die Kostenunterschiede, die sich auf Grund günstiger oder ungünstiger Fremdeinflüsse ergeben, überlagert werden.

## 3.2 Mengen- und Wertgerüst

Das in Grafik 2-3 grobschematisch dargestellte Normkostenmodell wird gemäss den obigen Ausführungen im Abwasserbereich konkretisiert. Die Grafik 3-2 zeigt die Herleitung der Kosten aus dem Mengen- und dem Wertgerüst für den Abwasserbereich: Aus der Multiplikation des Mengengerüsts mit dem Wertgerüst ergeben sich die Kosten für die Abwasserinfrastruktur.

**Grafik 3-2: Normkostenmodell Abwasserentsorgung****Durchschnittskosten, kurzfristige und langfristige Grenzkosten**

Für die Analyse unterscheiden wir zwischen Durchschnittskosten für bestehende Siedlungen, kurzfristige und langfristige Grenzkosten für neue Siedlungen (siehe auch nachfolgende Tabelle):

- Die **Durchschnittskosten** entsprechen den Gesamtkosten der Abwasserentsorgung pro Wohneinheit bzw. pro EinwohnerIn. Werden neue Siedlungen erstellt, so liegen die zusätzlichen Kosten für die Besiedlung unter den Durchschnittskosten.
- Die **kurzfristigen Grenzkosten** sind die zusätzlichen Kosten die durch die Neubesiedlung unmittelbar anfallen. Wir gehen hier von der Annahme aus, dass die Groberschliessung bereits vorhanden ist und die Kapazitäten noch ausreichen. Es werden also die aus sehr kurzfristiger Sicht zusätzlich anfallenden Kosten eruiert:
  - Zusätzliche Investitionen sind in jedem Fall für den Hausanschluss nötig. Wird ein ganzes Quartier neu erschlossen, ist zusätzlich die nötige Groberschliessung und

evtl. die Anbindung des Quartiers an die Groberschliessung (mittels einer Zuleitung) notwendig. Die Kosten für die zusätzliche Groberschliessung oder von Zuleitungen liegen allerdings unter den Durchschnittskosten, da zusätzliche Kanalisationen in der Regel günstiger zu erstellen sind als der Ersatz bestehender Kanäle. Dies trifft insbesondere für die Städte, Agglomerationen und Regionalzentren zu, nicht aber für Randgemeinden.<sup>(4)</sup>

- Hausanschlüsse, Groberschliessung und evtl. Zuleitungen sind auch zu betreiben und zu unterhalten. Bei der Zuleitung zur ARA (Verbandskanäle) fallen kurzfristig keine zusätzlichen Kosten an. Der erhöhte Schmutzwasser- und Schlammmanfall führt hingegen zu zusätzlichen Kosten beim Betrieb und Unterhalt der ARA (Pumpenergie, Elektrizitätsverbrauch, Fällmitteleinsatz usw.), der Sonderbauwerke (Pumpenergie usw.) und der Schlamm Entsorgung zu rechnen. Diese zusätzlichen Betriebs- und Unterhaltskosten liegen rund 30% unter den Durchschnittskosten, da nur ein Teil der Betriebskosten von der Schmutzwassermenge bzw. dem Schlammmanfall abhängig ist.<sup>(5)</sup>

□ Die **langfristigen Grenzkosten** sind die zusätzlichen Kosten, die durch die Neubesiedlung in langer Sicht anfallen. Wir gehen hier von der Annahmen aus, dass langfristig die Dimensionierung der Groberschliessung und der restlichen Abwasserreinigungsanlagen durch zusätzliche Bauten beeinflusst wird. Die langfristigen Grenzkosten können wie folgt bestimmt werden:

- Alle kurzfristig anfallenden Kosten sind selbstverständlich auch aus langfristiger Sicht relevant (Hausanschlüsse, Quartiersschliessung und Zuleitungen).
- Langfristig sind aber auch der Ersatz der ARA, der Sonderbauwerke und der Schlamm Entsorgung relevant (Werterhaltung). Diese Bauwerke werden zumindest teilweise von der Grösse des Einzugsgebiets bestimmt. Dies bedeutet, dass eine neue Siedlung sich langfristig in einer grösseren Dimensionierung der ARA auswirkt. Die Kosten dieser grösseren Dimensionierung entsprechen den langfristigen Grenzkosten (genau: langfristige Kapitalgrenzkosten) der zusätzlichen Besiedelung. Wir gehen davon aus, dass die langfristigen Grenzkosten bei der ARA und der Schlamm Entsorgung nahe an den Durchschnittskosten liegen.<sup>(6)</sup>
- Beim Betrieb und Unterhalt sind langfristig mehr oder weniger alle Kostenfaktoren zu berücksichtigen. Es wird davon ausgegangen, dass der Betrieb und Unterhalt der Verbandskanäle nicht durch die neuen Siedlungen beeinflusst wird. Hingegen wird der Betrieb und Unterhalt der ARA und der Schlamm Entsorgung massgeblich durch den zusätzlichen Schmutzwasser- und Schlammmanfall neuer Siedlungen beeinflusst.

Die nachfolgende Tabelle zeigt, welche Elemente der Durchschnittskosten für die Berechnung der kurzfristigen und langfristigen Grenzkosten relevant sind. Weiter zeigt die Tabelle die Kostenelemente, die im Falle einer Verdichtung/Auffüllen relevant sind. Hier

---

4 Wir sind davon ausgegangen, dass die Grenzkosten für die Groberschliessung in Städten und Agglomerationen 40% und in Regionalzentren 23% unter den Durchschnittskosten liegen.

5 Ähnliches gilt für die Sonderbauwerke. Hier gehen wir davon aus, dass die zusätzlichen Betriebskosten (vor allem Pumpenergie) neuer Siedlungen rund 40% der Durchschnittskosten betragen.

6 Ähnliches gilt für die Sonderbauwerke. Wir gehen davon aus, dass die zusätzlichen Investitionskosten neuer Siedlungen rund 80% der Durchschnittskosten betragen.

gehen wir davon aus, dass die Grob- und Quartiererschliessung bereits vorhanden ist. Die Grenzkosten für Verdichten/Auffüllen können aus den Grenzkosten für neue Siedlungen sinngemäss abgeleitet werden.

**Tabelle 3-3: Durchschnittskosten vs. kurz- und langfristige Grenzkosten**

	Durchschnittskosten bestehende Gebiete	kurzfristige Grenzkosten "Auffüllen"	Grenzkosten "Neuerschliessung"	Langfristige Grenzkosten "Auffüllen"	Grenzkosten "Neuerschliessung"
<b>Investitionen / Werterhaltung</b>					
<b>Innere Erschliessung</b>					
- Hausanschlüsse	■	■	■	■	■
- Kontrollschächte/-Stutzen	■	■	■	■	■
- Quartiererschliessung	■		■	■	■
<b>Äussere Erschliessung</b>					
- Groberschliessung	■		■ X		■ X
- allfällige Zuleitung zu Groberschl.	■		■		■
- Verbandskanäle	■				
- ARA	■			■ X	■ X
- Sonderbauwerke	■			■ X	■ X
<b>Betrieb / Unterhalt</b>					
<b>Innere Erschliessung</b>					
- Hausanschlüsse	■	■	■	■	■
- Kontrollschächte/-Stutzen	■	■	■	■	■
- Quartiererschliessung	■		■	■	■
<b>Äussere Erschliessung</b>					
- Groberschliessung	■	■ X	■	■ X	■
- allfällige Zuleitung zu Groberschl.	■		■		■
- Verbandskanäle	■				
- ARA	■	■ X	■ X	■ X	■ X
- Sonderbauwerke	■	■ X	■ X	■ X	■ X

Legende: ■ volle Kosten relevant  
 ■ X grosser Teil der Kosten relevant (über 50% der Durchschnittskosten)  
 ■ X kleiner Teil der Kosten relevant (unter 50% der Durchschnittskosten)

### 3.3 Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen

#### 3.3.1 Durchschnittskosten bestehender Siedlungen

Die Anwendung des Normkostenmodells für die Durchschnittskosten ergibt die in Tabelle 3-4 zusammengefassten Ergebnisse. Die letzte Spalte zeigt einen plausiblen Durchschnittswert für den jeweiligen Ortstyp. Selbstverständlich hängt dieser Durchschnittswert von der angenommenen siedlungsspezifischen Zusammensetzung des Ortstyps ab. Die Herleitung der unterstellten Gewichtung der einzelnen Siedlungstypen pro Ortstyp ist in Abschnitt 1.2 von Anhang A beschrieben (Tabelle A1-2).

**Kommentar:**

- Die Ergebnisse zeigen teilweise sehr grosse Kostenunterschiede zwischen den einzelnen **Siedlungstypen**. Die Kosten pro EinwohnerIn schwanken zwischen 106 CHF / EinwohnerIn (Siedlungstyp S5 in der Stadt) und 1454 CHF / EinwohnerIn (Siedlungstyp S1 in der Stadt). Mit zunehmender Verdichtung nehmen die spezifischen Kosten deutlich ab. Ein städtischer Einwohner in einer hoch verdichteten Siedlung (Siedlungstyp S5) verursacht beispielsweise rund 4 mal weniger Kosten als ein Einwohner in einem Einfamilienhaus (Siedlungstyp S2). Keine markanten Unterschiede gibt es zwischen den Siedlungstypen S3 (Reiheneinfamilienhäuser) und S4 (Mehr-familienhäuser).

Im weiteren ist zu beachten, dass die Kosten vor allem durch die äussere Erschliessung dominiert werden.

- Beim Vergleich der einzelnen **Ortstypen** zeigt sich, dass die Gesamtkosten im Ortstyp mit dem höchsten Verdichtungsgrad (Stadt) mit rund 200 CHF / Einwohner am tiefsten sind. Die höchsten Kosten pro EinwohnerIn fallen mit 465 CHF im Ortstyp Randgemeinde an. Die Agglomeration mit 230 CHF / EinwohnerIn und die Regionalzentren mit rund 300 CHF / EinwohnerIn liegen dazwischen.

Die Kostenvorteile der Stadt sind vor allem auf die Grössenvorteile bei der ARA bzw. den geringeren Kosten für Verbandskanäle zurückzuführen sowie auf die geringeren Betriebs- und Unterhaltskosten für die ARA und die Kanalisation. Die Investitionskosten für die Leitungen sind also - nicht wie man erwarten würde - hauptverantwortlich für den Kostenunterschied zwischen Stadt und Land. Das kommunale Kanalisationsnetz ist pro Einwohner in den Städten nur unwesentlich günstiger als in den Randgemeinden.<sup>(7)</sup>

- Ein **Quervergleich** zwischen **Siedlungstypen in den einzelnen Ortstypen** zeigt, dass die Kosten in den Städten und Agglomerationen für alle Siedlungstypen in etwa gleich hoch sind - mit leichten Kostenvorteile für die Agglomeration. In Regionalzentren bewegen sich die Infrastrukturkosten für Einfamilien-, Reihen- und Mehrfamilienhäuser (Siedlungstypen S2, S3 und S4) auf einem ähnlichen Niveau wie in den Ortstypen Stadt und Agglomerationsgemeinde. In Randgemeinden ist die Erschliessung mittels Reihen- und Mehrfamilienhäusern und hoch verdichteten Siedlungen teurer als in Städten, Agglomerationen und Regionalzentren. Für die einzelnen Siedlungstypen gilt Folgendes:
  - Gebäude mit sehr grossem Umschwung (Siedlungstyp S1) verursachen in den Städten grössere Kosten als in Randgemeinden. Dies trotz Kostenvorteile bei der ARA und dem Betrieb und Unterhalt. Der Grund dafür liegt darin, dass in Städten und Agglomerationen Gebäude mit grossem Umschwung relativ hohe Kosten bei der Groberschliessung verursachen.
  - Einfamilienhausquartiere weisen in allen Ortstypen Kosten in ähnlicher Grössenordnung auf. Die Kosten variieren von rund 380 CHF / EinwohnerIn (in der Agglomeration) bis 430 CHF / EinwohnerIn (in den Randgemeinden) auf.

---

7 Bemerkung: Bei den hier ausgewiesenen Werten handelt es sich ausschliesslich um die durch die EinwohnerInnen verursachten Kosten. Die Kosten der Industrie und Gewerbe sind darin nicht enthalten. Eine Multiplikation der Anzahl Einwohner mit den spezifischen Kosten pro Einwohner hat in der Regel zu tiefe Kosten zur Folge, da der Anteil Industrie/Gewerbe/Landwirtschaft/Dienstleistungen darin nicht enthalten ist.

- Reihen- und Mehrfamilienhäuser weisen in Städten, Agglomerationen und in Regionalzentren Kosten in der Grössenordnung von 200 bis 240 CHF / EinwohnerIn auf.
- Die Abwasserentsorgungskosten von hoch verdichteten Siedlungstypen (S5) sind in den Städten und Agglomerationen deutlich tiefer als in Regionalzentren und Randgemeinden. Erst bei diesem Siedlungstyp S5 kommen die Skaleneffekte der Städte und Agglomerationen voll zum Tragen.

**Tabelle 3-4: Durchschnittliche Kosten für die Abwasserentsorgung bestehender Siedlungen, CHF / EinwohnerIn**

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		Stadt					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	97	19	16	6	19.5
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	10	5	4	1	3.6
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'076	254	179	168	78	149.5
	Kosten Betrieb / Unterhalt	171	34	27	25	22	25.9
Total		1'454	396	230	213	106	198.4

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		Agglo					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	97	19	16	6	29.2
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	10	5	4	1	4.7
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'010	239	169	158	75	166.6
	Kosten Betrieb / Unterhalt	171	34	27	25	22	28.5
Total		1'388	380	219	204	103	229.0

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		RegZen					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	97	19	16	6	42.8
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	10	5	4	1	6.4
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	779	232	181	174	114	202.3
	Kosten Betrieb / Unterhalt	183	46	39	38	34	42.8
Total		1'169	386	245	232	154	294.4

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		RandGem					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	97	19	16	6	74.2
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	10	5	4	1	10.0
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	631	253	219	214	172	293.7
	Kosten Betrieb / Unterhalt	208	70	64	62	59	87.7
Total		1'046	431	307	296	237	465.7

\* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

### 3.3.2 Langfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung

Die langfristigen Grenzkosten geben Auskunft über die zusätzlichen (langfristigen) Kosten bei einer Erweiterung der Siedlung.

In Tabelle 3-5 sind die Ergebnisse der Berechnungen mit dem Normkostenmodell für den Fall „neue Siedlungen“ wiedergegeben. Wie bereits erwähnt wird dabei unterstellt, dass mit der Siedlungserweiterung auch eine anteilmässige Erweiterung der Groberschliessung sowie - langfristig gesehen - auch die grössere Dimensionierung der ARA und der Sonderbauwerke erforderlich ist. Die innere Erschliessung muss vollständig neu erstellt werden. Synergie- oder Skaleneffekte zu bestehenden Siedlungen ergeben sich für die innere Erschliessung nicht. Daher fallen bei der inneren Erschliessung die langfristigen Grenzkosten gleich hoch aus, wie die Durchschnittskosten für bestehende Siedlungen.

#### **Kommentar:**

Die langfristigen Grenzkosten für eine Siedlungserweiterungen liegen für Städte und Agglomerationen rund 25% und für Regionalzentren rund 20% unter den Durchschnittskosten. Der Grund für die geringeren langfristigen Grenzkosten ist in erster Linie beim Anteil der Groberschliessung zu suchen. Der zusätzliche Anteil Groberschliessung, der durch eine Siedlungserweiterung nötig wird, liegt unter den Kosten der bestehenden Groberschliessung.

Bei den Randgemeinden liegt der Unterschied zwischen langfristigen Grenzkosten und den Durchschnittskosten vor allem bei den Verbandskanälen. Deren Dimensionierung reicht in der Regel aus, um weitere Siedlungen anzuschliessen - insbesondere dann, wenn die geforderte Versickerung von Regenwasser auch umgesetzt wird. Die langfristigen Grenzkosten liegen so ungefähr 70 CHF / EinwohnerIn unter den Durchschnittskosten.

**Tabelle 3-5: Langfristige Grenzkosten für die Abwasserentsorgung einer neuen Siedlung, in CHF / EinwohnerIn**

<b>Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen</b> <b>CHF pro EinwohnerIn</b>		<b>Stadt</b>				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	97	19	16	6
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	10	5	4	1
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	659	163	118	111	57
	Kosten Betrieb / Unterhalt	170	33	26	25	22
Total		1'036	303	169	156	84

<b>Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen</b> <b>CHF pro EinwohnerIn</b>		<b>Agglo</b>				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	97	19	16	6
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	10	5	4	1
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	609	153	111	105	55
	Kosten Betrieb / Unterhalt	170	33	26	25	22
Total		986	294	162	150	82

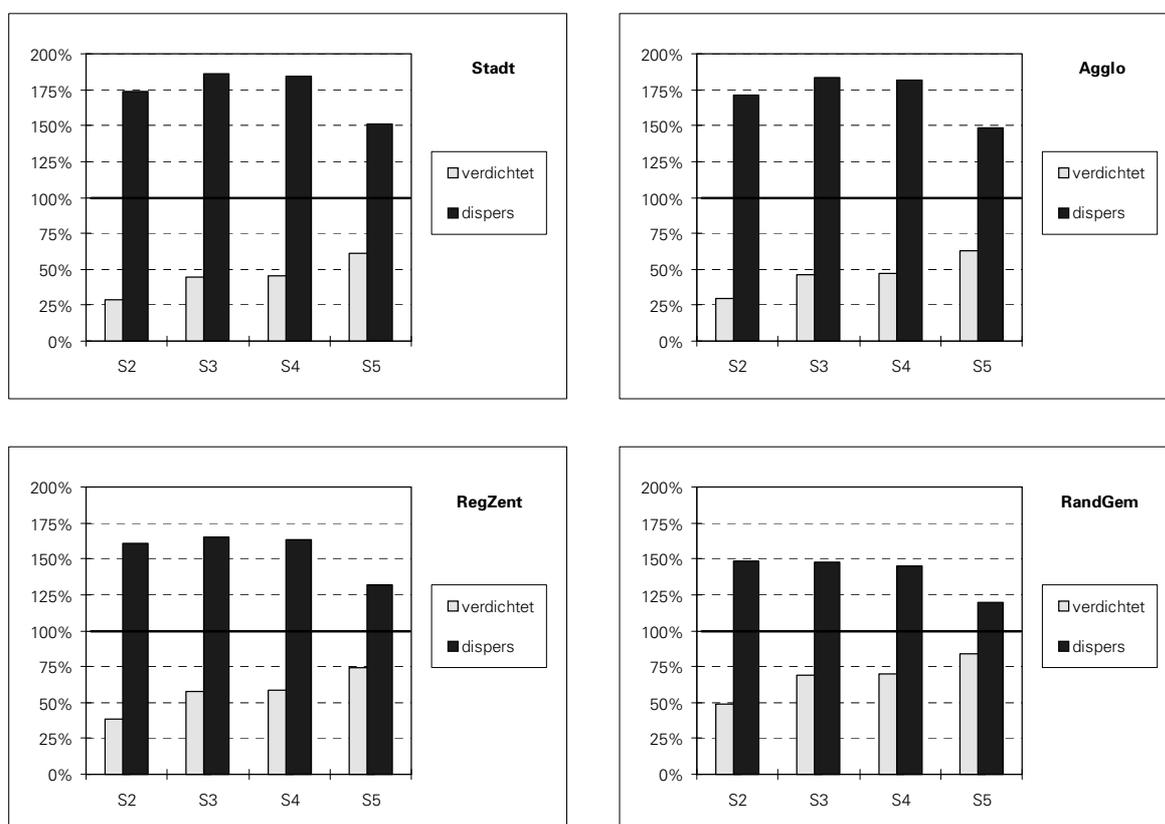
<b>Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen</b> <b>CHF pro EinwohnerIn</b>		<b>RegZen</b>				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	97	19	16	6
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	10	5	4	1
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	586	169	132	126	79
	Kosten Betrieb / Unterhalt	179	42	35	33	30
Total		972	318	190	179	116

<b>Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen</b> <b>CHF pro EinwohnerIn</b>		<b>RandGem</b>				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	97	19	16	6
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	10	5	4	1
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	573	195	161	156	114
	Kosten Betrieb / Unterhalt	198	61	54	53	49
Total		978	364	239	229	169

Den vorangehenden Ergebnisse liegt der „Standardfall“ einer Siedlungserweiterung zu Grunde. In Grafik 3-6 wird aufgezeigt, wie sich die Abwasserentsorgungskosten verändern, wenn die Siedlungserweiterung verdichtet oder dispers erfolgt. Es wird im Fall „verdichtet“ unterstellt, dass keine neue Groberschliessung erstellt werden muss und auch die Quartiererschliessung bereits vorhanden ist. Im Fall „dispers“ erfolgt die Siedlungserweiterung etwas abseits. Im Vergleich zum Standardfalls muss neben der Groberschliessung eine Zuleitung von 200 Metern gebaut werden. Der Standardfall entspricht in der Grafik 3-6 der schwarzen 100%-Linie.

Die Grafik zeigt also auf, wie viel durch eine bessere Auslastung der bestehenden Groberschliessung (Fall „verdichtet“) gegenüber dem Standardfall (100%-Linie) und einer dispersen Besiedlung (Fall „dispers“) eingespart werden kann.

**Grafik 3-6: Mehr- und Minderkosten der Abwasserentsorgung bei verdichteter und disperser Siedlungserweiterung, Kosten in % des Standardfalls<sup>(8)</sup>**



#### Kommentar:

- Eine bessere Ausnutzung der bestehenden Groberschliessung über „verdichten oder auffüllen“ bringt massive Einsparungen. Für Einfamilienhäuser jährlich rund 200 CHF / EinwohnerIn oder 50% (Randgemeinden) bis 75% (Städte und Agglomerationen) im

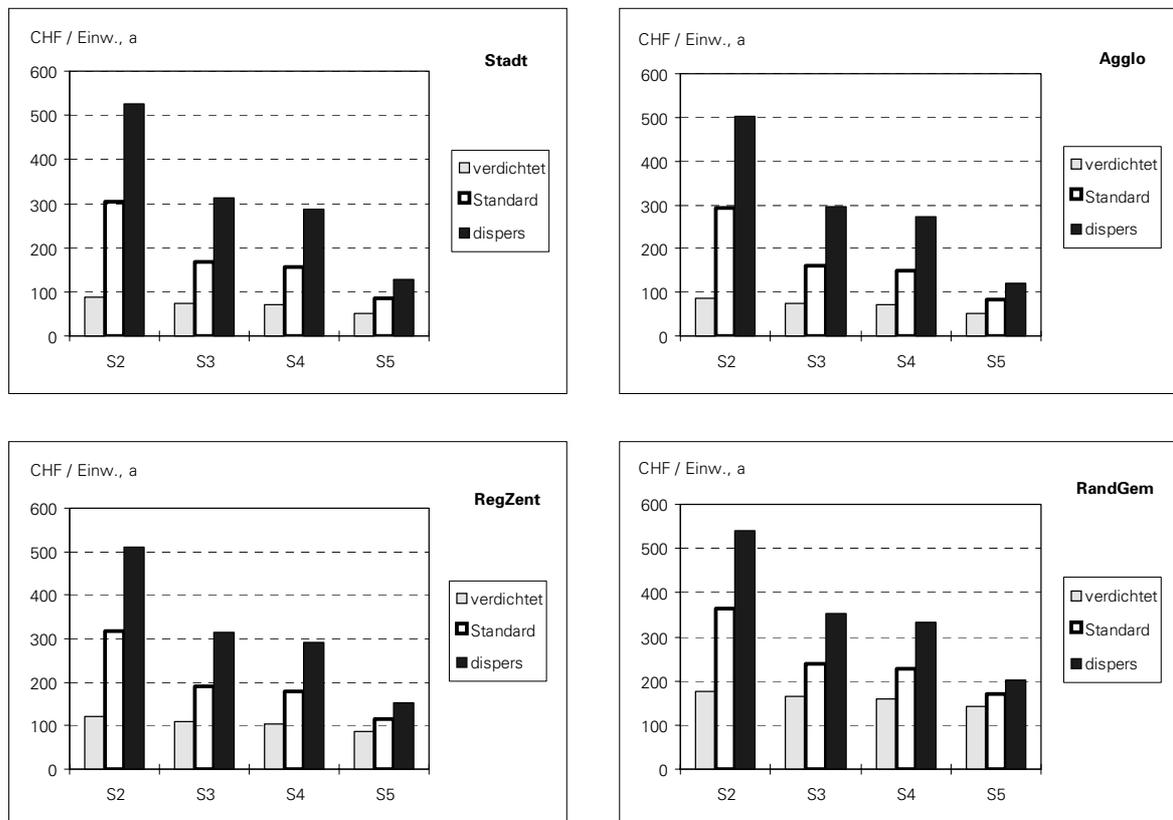
<sup>8</sup> Der „Standardfall“ entspricht den langfristigen Grenzkosten einer Siedlungserweiterung gemäss Tabelle 3-5.

Vergleich zum Standardfall einer neuen Siedlungserweiterung. Für Reihen- und Mehrfamilienhäuser liegen die Einsparungen bei jährlich rund 85 CHF / EinwohnerIn. Die Einsparungen liegen im Vergleich zum Standardfall bei 30% bis über 50%. Für hoch verdichtete Siedlungen sind die Einsparungen auf jährlich rund 30 CHF / EinwohnerIn oder 20% bis 40% der Kosten des Standardfalls zu beziffern.

- Erfolgt die Siedlungserweiterung nicht in unmittelbarer Nähe einer bestehenden Groberschliessung, so steigen die Kosten pro EinwohnerIn deutlich an. Für Einfamilienhäuser steigen die Kosten um jährlich rund 200 CHF / EinwohnerIn oder 50% (Randgemeinden) bis 75% (Städte und Agglomerationen) im Vergleich zum Standardfall einer neuen Siedlungserweiterung. Für Reihen- und Mehrfamilienhäuser liegen die Mehrkosten disperser Besiedlung bei jährlich rund 130 CHF / EinwohnerIn. Die Mehrkosten liegen im Vergleich zum Standardfall bei 50% bis 80%. Für hoch verdichtete Siedlungen sind die Mehrkosten auf jährlich rund 40 CHF / EinwohnerIn oder 25% bis 50% der Kosten des Standardfalls zu beziffern.

Die nachfolgende Grafik 3-7 ergänzt die vorhergehende Grafik 3-6. In ihr werden die absoluten Kosten für den Fall „verdichtet“, „Standard“ und „dispers“ aufgezeigt.

**Grafik 3-7: Abwasserentsorgung bei verdichteter, standardmässig neuer<sup>(9)</sup> und disperser Siedlungserweiterung**



9 Der „Standardfall“ entspricht den langfristigen Grenzkosten einer Siedlungserweiterung gemäss Tabelle 3-5.

**Kommentar:**

- Eine Neuerschliessung mit Reihen- und Mehrfamilienhäuser ist in Städten und Agglomerationen in etwa gleich teuer wie die Verdichtung mittels Reihen- und Mehrfamilienhäuser in Randgemeinden.
- Ganz klare Kostenvorteile weist die Neuerschliessung von hoch verdichteten Siedlungen in Städten/Agglomerationen im Vergleich zur Verdichtung mittels hoch verdichteten in Randgemeinden auf.

Die bessere Ausnutzung der bestehenden Groberschliessung in Randgemeinden muss also nicht zwingend kostengünstiger sein als die Neuerschliessung in Städten/Agglomerationen.

**3.3.3 Kurzfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung**

Die kurzfristigen Grenzkosten der Abwasserentsorgung liegen um durchschnittlich 25% unter den langfristigen Grenzkosten. Der Grund für die tieferen kurzfristigen Kosten liegt hauptsächlich in der erst langfristig nötigen Erweiterung bzw. Sanierung der ARA. Die unmittelbar anfallenden Kosten einer Siedlungserweiterung zeigen somit nicht die langfristig zu erwartenden Kosten an. Dies muss bei der Tarifierung berücksichtigt werden, ansonsten droht eine Kostenunterdeckung.

**3.3.4 Sensitivitäten**

Die vorgängigen Ausführungen basieren auf Durchschnittswerten. Die Ausführungen zum Wertgerüst (siehe insbesondere Kapitel 2.2 im Anhang B) haben gezeigt, dass für die einzelnen Kostenbestandteile grosse Bandbreiten bestehen. Weiter spielen aber auch die Annahmen zum Einzugsgebiet, die Lage der Gemeinde, zum Industrieanteil usw. eine wesentliche Rolle (vgl. Kapitel 3.1).

Die mit Abstand wichtigsten Kostenkomponenten, welche die Ergebnisse massgeblich beeinflussen, sind:

- Kosten für den Anteil der Groberschliessung: Die Kosten der Groberschliessung wird massgeblich vom Baugrund, der Topographie und anderen Einflussparametern bestimmt. Gemeinden mit günstigen Bedingungen können mit tieferen spezifischen Werten rechnen, Gemeinden mit ungünstigen Bedingungen müssen mit höheren Kosten rechnen.
- Kosten für die Abwasserreinigung: Grosse ARAs haben erheblich tiefere Reinigungskosten als kleine ARAs. Eine „Randgemeinde“ kann dann von diesen Grössenvorteilen profitieren, wenn diese Gemeinde in der Nähe einer Grosskläranlage liegt und von diesen Grössenvorteilen profitieren kann. Gemeinden mit einem hohen Industrieanteil und dementsprechend gross dimensionierter ARA können ebenfalls von relativ günstigen Reinigungskosten profitieren.

### 3.4 Kostenträgerrechnung

In Abschnitt 2.5 haben wir ausführlich dargelegt, warum wir hohe Infrastrukturkosten an sich nicht als problematisch betrachten, sondern das Augenmerk auf den nicht verursachergerecht getragenen Teil dieser Kosten zu richten ist.

In diesem vierten Schritt geht es darum, für die im dritten Schritt unterschiedenen Kostenarten eine Kostenträgerrechnung zu erarbeiten. Dabei ist die in Abschnitt 2.3.1 beschriebene Unterscheidung der einzelnen Kostenträger anzuwenden.

Was gilt es im Bereich der Abwasserentsorgung zu beachten? Die **Nutzniessenden** (hier die Abwasserverursacher) müssen gemäss den geltenden gesetzlichen Bestimmungen die gesamten Kosten der Abwasserentsorgung tragen. Heute ist weitgehend sichergestellt, dass keine Gemeindesteuergelder mehr in die Abwasserentsorgung fliessen. Auch die Subventionen des Bundes und der meisten Kantone sind stark rückläufig, so dass die Nutzniessenden in Zukunft die vollen Kosten der technischen Abwasserentsorgung tragen werden.

Trotz dieser in Zukunft zu erwartenden Kostendeckung sind folgende kritische Punkte zu beachten:

- Heute entsprechen die Abwassergebühren nicht den wahren langfristigen Kosten, da die vergangenen Subventionen die Abwasserentsorgung „verbilligt“ hat und der Wertunterhalt vernachlässigt wurde. Insbesondere im ländlichen Raum wurde die Abwasserentsorgung durch die Subventionen massiv verbilligt. Die Folge davon sind zu tiefe Abwassergebühren. In Zukunft werden gerade im ländlichen Raum die Abwassergebühren massiv steigen. Die heutigen zu tiefen Abwassergebühren senden somit ein falsches „Preissignal“ für die Kosten von Neubauten aus.

Die Abwassergebühren in den Städten und Agglomerationen weisen in der Regel eine recht gute Kostendeckung von über 80% auf. Die Regionalzentren weisen einen durchschnittlichen Kostendeckungsgrad von rund 70% aus, wobei die Unterschiede in den einzelnen Regionalzentren sehr gross sind. Einen durchschnittlichen Kostendeckungsgrad von teilweise deutlich unter 50% weisen die Randgemeinden auf.<sup>(10)</sup> Neben den allgemein zu „tiefen“ Abwassergebühren kommt somit eine „Verzerrung“ der Abwasserpreise zwischen Städten/Agglomerationen und Randgemeinden dazu: Die Randgemeinden bieten in der Regel ihre Abwasserentsorgung (heute noch ) zu billig an.

- Auch wenn die Gesamtheit der Nutzniessenden über die Abwassergebühren die vollen Kosten deckt, heisst dies noch nicht, dass das Verursacherprinzip durchgesetzt wird. Neben der Gebührenhöhe ist auch die Gebührenstruktur (Anschlussgebühr, Aufteilung Mengenpreis und Grundgebühr) verursachergerecht auszugestalten.

---

10 Die Zahlen basieren auf einer Auswertung der Abwassergebühren im Kanton Bern für das Jahr 1997. Seit 1997 sind im Kanton Bern mit der neuen Abschreibungsregelung auf den Wiederbeschaffungswerten die Abwassergebühren in vielen Fällen gegen oben angepasst worden. In vielen anderen Kantonen dürfte hingegen die vorliegende Analyse zur Kostenunterdeckung in etwa zutreffen.

Aus der Differenz zwischen langfristigen Grenzkosten neuer Siedlungen und den langfristigen Grenzkosten für Verdichten/Auffüllen können Rückschlüsse für eine verursacherorientierte Gebührenstruktur gezogen werden: Die langfristigen Grenzkosten für Verdichten/Auffüllen zeigen in etwa die Kosten, die über den so genannten Mengenpreis zu decken sind: Für Städte und Agglomerationen ergibt sich ein Mengenpreis in der Grössenordnung von 0.8 CHF / m<sup>3</sup>, für Regionalzentren von 1.3 CHF / m<sup>3</sup> und für Randgemeinden von 2.2 CHF / m<sup>3</sup> (wobei die Werte für Randgemeinden mit höheren Reinigungskosten noch wesentlich höher sein können). Für Städte / Agglomerationen und Regionalzentren bewegen sich die heutigen Mengenpreise etwa in der geforderter Grössenordnung. Bei Randregionen liegen sie teilweise noch massiv darunter. Die Analyse zeigt aber, dass es aus ökonomischer Sicht nicht sinnvoll ist, die nötigen Gebührenerhöhungen einzig mittels Anhebung des Mengenpreises zu realisieren. Die künftigen Gebührenerhöhungen müssten vermehrt auf der Grundgebühr realisiert werden. Die Grundgebühr ist dabei so auszugestalten, dass den hohen Kosten der Einfamilienhäuser und Gebäuden mit grossem Umschwung Rechnung getragen wird. Mit einer Grundgebühr, die auf der zonengewichteten Grundstücksfläche basiert, könnte dies verwirklicht werden. Dieser auf dem VSA/FES-Modell<sup>(11)</sup> basierende Vorschlag, hat allerdings Mühe, sich in der Praxis durchzusetzen.

- Die Kosten zur Erreichung überregionaler Zielsetzungen sind ungleich verteilt: Die grösseren Einzugsgebieten werden in der Regel zu Extraleistungen (beispielsweise Denitrifikation) verpflichtet, deren Kosten sie alleine zu tragen haben. Dieses Problem der ungleichen Verteilung der Kosten für die überregionalen Zielsetzungen ist im Vergleich zu den Gesamtkosten der Abwasserentsorgung hingegen nicht von grosser Bedeutung. Für die gerechte Verteilung dieser Kosten für Extraleistungen gibt es bereits Lösungsvorschläge in den Kantonen Bern, Solothurn und Appenzell A.Rh.: Mit Hilfe eines mit einer Abwasserabgabe gespeisten Ausgleichssystems wird versucht, für eine gerechte Verteilung dieser Lasten zu sorgen.
- Selbst wenn alle Kosten der technischen Abwasserentsorgung gedeckt sind, ist das Verursacherprinzip noch nicht vollständig durchgesetzt. Das gereinigte Abwasser enthält immer noch Schmutzstoffe, welche die Gewässer verunreinigen. Dies führt beispielsweise zu einem verringerten Freizeitwert oder zu Ertragsausfällen bei der Fischerei. Man spricht in diesem Zusammenhang von externen Kosten. Es sind dies Kosten, die nicht von den Verursachern, sondern von Dritten getragen werden. Da es im Bereich der Gewässerreinigung nur veraltete, für die heutige Zeit nicht mehr anwendbare Abschätzungen zu den externen Kosten, gibt, müssen wir auf eine Berücksichtigung der „externen Kosten“ verzichten.

---

11 VSA - Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, FES . Schweizerischer Städteverband / Fachorganisation für Entsorgung und Strassenunterhalt (1994), Finanzierung der Abwasserentsorgung - Richtlinie über die Finanzierung auf Gemeinde- und Verbandsebene.

### 3.5 Schlussfolgerungen

Die Abwasserentsorgung ist einer der teuersten Infrastrukturbereiche. Die Kosten für die Abwasserentsorgung sind stark abhängig vom Siedlungs- und Ortstyp. Städte und Agglomerationen sind auf Grund der grösseren Siedlungsdichte und der Grössenvorteile bei der Abwasserreinigung mit jährlich 200 CHF / EinwohnerIn kostengünstiger in der Abwasserentsorgung als Randgemeinden mit Kosten von jährlich rund 500 CHF / EinwohnerIn.

Einfamilienhäuser sind in der Abwasserentsorgung in Randgemeinden nur unwesentlich teurer als in Städten, Agglomerationen und Regionalzentren. Auch bei den Reihen- und Mehrfamilienhäuser ist in Randgemeinden im Vergleich zu Städten und Agglomerationen mit Mehrkosten von 70 CHF / EinwohnerIn zu rechnen. Grosse Kostenvorteile weisen die Städte und Agglomerationen in der Erschliessung mit hoch verdichteten Siedlungen auf.

Eine Neuerschliessung mit Reihen- und Mehrfamilienhäusern ist in Städten und Agglomerationen in etwa gleich teuer wie die Verdichtung mittels Reihen- und Mehrfamilienhäuser in Randgemeinden. Die bessere Ausnutzung der bestehenden Groberschliessung in Randgemeinden muss also nicht zwingend kostengünstiger sein als die Neuerschliessung in Städten/Agglomerationen.

Die heutigen Preise der Abwasserentsorgung entsprechen vor allem in den Randgemeinden nicht den verursachten Kosten - die Abwasserentsorgung in den Randgemeinden wird heute mehrheitlich zu günstig angeboten. In vielen Gemeinden sind zudem die Abwasserpreise für Einfamilienhäuser im Vergleich bspw. zu Mehrfamilienhäuser zu tief angesetzt. Es erfolgt also eine Quersubventionierung von kostengünstigeren zu teureren Siedlungstypen. Diese könnte durch eine Erhöhung und entsprechend ausgestaltete Grundgebühr reduziert werden. Für diese Änderungen fehlt aber heute noch in vielen Fällen die nötige Akzeptanz.

## 4 Wasserversorgung

Weit über 400 Wasserwerke (Gemeinden, Zweckverbände, Genossenschaften) sind in der Schweiz für die öffentliche Wasserversorgung zuständig. Der gesamte Wasserverbrauch beläuft sich auf jährlich rund 1 Mrd. m<sup>3</sup> und setzt sich wie folgt zusammen: Haushalt und Kleingewerbe: 61.5%, Gewerbe und Industrie: 16.9%, Verluste: 13%, Öffentliche Zwecke (Brunnen) und Selbstverbrauch: 8.6%.

Die jährlichen Investitionen belaufen sich auf rund 600 Mio. Franken. Zwei Drittel betreffen das im Boden liegende und damit für die Wasserbezüger unsichtbare Leitungsnetz, welches in der Schweiz eine Länge von ca. 50'000 km (etwa 7 m pro Kopf) aufweist. Die Betriebskosten (Löhne, Kapitalkosten, Verbrauchsmaterial, Unterhalt) beliefen sich im Jahr 1997 auf rund 1.3 Mrd. Franken.

### 4.1 Wirkungsmodell und Systemgrenzen

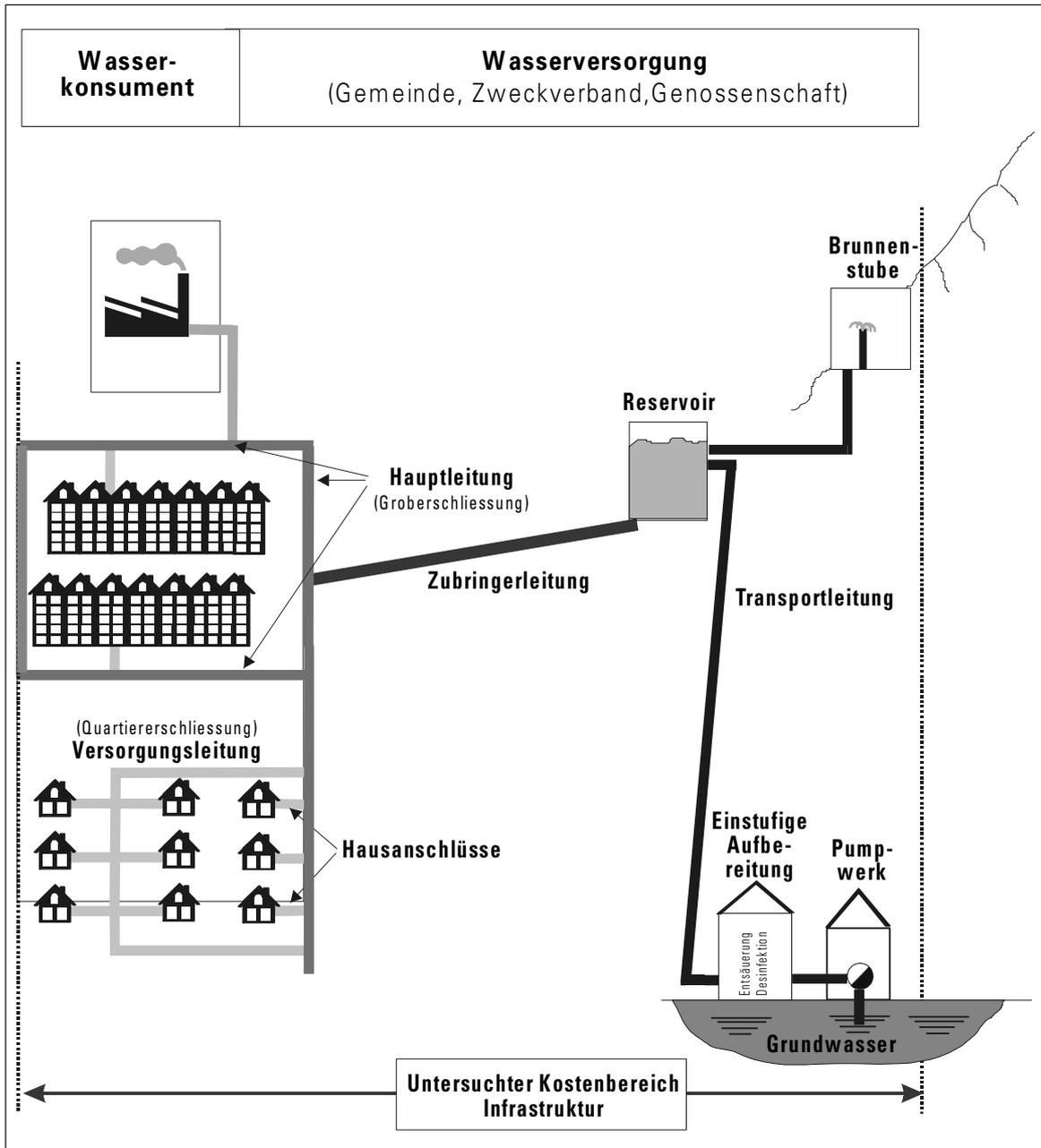
Analog zum Vorgehen im Abwasserbereich wird im Folgenden die Systemabgrenzung bezüglich der betrachteten Infrastrukturkosten vorgenommen. Anschliessend folgt die Diskussion über den Einfluss der Siedlungsstruktur auf die Infrastrukturkosten.

#### a) Welche Kostenbestandteile der Wasserversorgung werden untersucht?

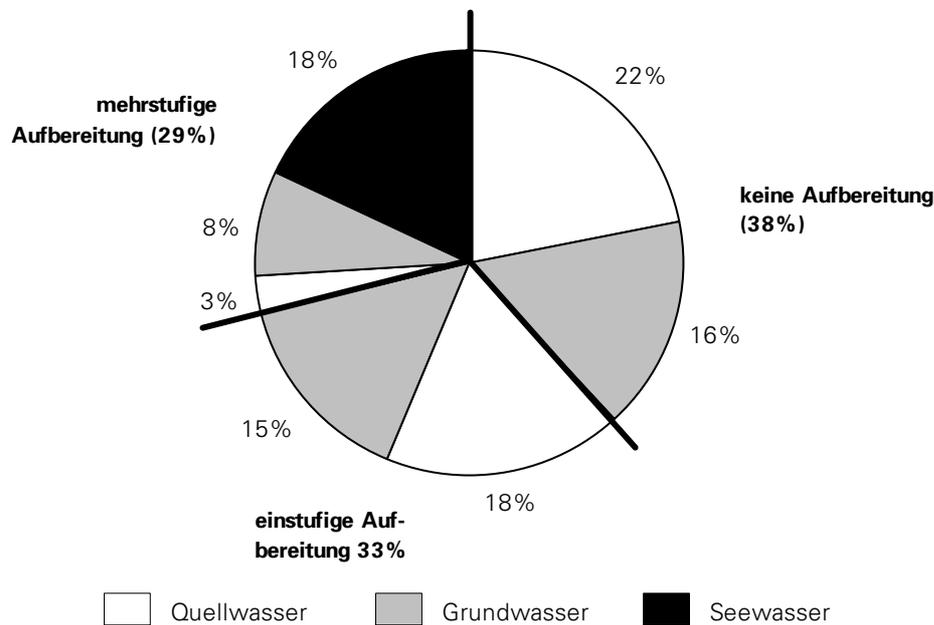
Grafik 4-1 enthält eine vereinfachte Darstellung einer Wasserversorgung für eine mittelgrosse Gemeinde. Es ist davon auszugehen, dass sämtliche Infrastrukturkostenbestandteile vom Orts- oder Siedlungstyp abhängig sind, wenn auch in unterschiedlichem Ausmass.

- Kosten **der Wassergewinnung**: Diese umfassen sämtliche Kosten für die Fassung und Aufbereitung des Wassers als Trinkwasser. Der grösste Teil des Trinkwassers wird aus Quellwasser- (42%) und Grundwasservorkommen (41%) gewonnen. Nur knapp 17% des Trinkwassers stammen aus Oberflächengewässern. Knapp die Hälfte des gefassten Grund- und Quellwassers in der Schweiz bedarf keiner Aufbereitung (vgl. Grafik 4-2). Vor allem in grösseren Wasserversorgungen wird es desinfiziert, in erster Linie als vorbeugende Massnahme. Die mehrstufige Aufbereitung (Flockung, Schnellfilter, Oxidation, Aktivkohlefilter, Langsandsandfilter) von Oberflächengewässern zu Trinkwasser beschränkt sich in der Schweiz fast ausschliesslich auf Seewasser.

**Grafik 4-1: Systemabgrenzung: Untersuchte Kostenbereiche der Wasserversorgung**



**Grafik 4-2: Aufbereitung von Trinkwasser für die öffentliche Verwaltung: Prozentuale Verteilung der Wassermengen nach Wasserarten<sup>(1)</sup>**



- **Kosten des Leitungsnetzes:** Diese Kosten umfassen die Kosten für die Transportleitungen (von der Wasserfassung bis zum Reservoir), Zubringerleitungen (zwischen Reservoir und Versorgungsgebiet), Hauptleitungen (Groberschliessung innerhalb des Versorgungsgebietes), Versorgungsleitungen (Quartier- oder Feinerschliessung) und Hausanschlüssen. Ebenfalls zu berücksichtigen sind die Kosten für die Hydranten (Löschwasser). Damit werden sämtliche Leitungskosten eruiert, welche für die Wasserversorgung eines Gebietes erforderlich sind.

Wie bei der Abwasserentsorgung sind auch bei der Wasserversorgung sowohl die Kosten für die Bereitstellung der Infrastruktur (Investitionskosten und Kosten der Werterhaltung) als auch für die Nutzung der Infrastruktur (Kosten für Betrieb und Unterhalt) zu berücksichtigen.

### b) Wie beeinflusst der Siedlungstyp die Höhe der Infrastrukturkosten?

Auch bei der Wasserversorgung gilt, dass der Siedlungstyp einen wesentlichen Einfluss auf das Mengengerüst hat. Die wichtigsten Einflussfaktoren können wie folgt zusammengefasst werden:

- Anzahl und durchschnittliche Länge der **Hausanschlüsse:** Weit über 90% der Gebäude sind in der Schweiz an eine öffentliche Wasserversorgung angeschlossen. Bei Gebäuden mit mehreren Wohnungen ist mit etwa denselben Planungs- und Baukosten für

<sup>1</sup> Quelle: BUWAL (1993), Situation der Trinkwasserversorgung, S. 11.

den Hausanschluss zu rechnen wie für ein Einfamilienhaus.<sup>(2)</sup> Dies bedeutet, dass die Pro-Kopf-Kosten für den Hausanschluss eines Einfamilienhauses höher liegen als bei Mehrfamilienhäusern.

- Länge der **Versorgungsleitungen (Quartierschliessung)**: Unter der Quartierschliessung wird wie im Wasserbereich die kleinräumige Erschliessung verstanden. Bei dichter besiedelten Gebieten (beispielsweise Siedlungstyp S4) sind die Kosten für die Versorgungsleitungen pro Wohneinheit kleiner als bei weniger dicht besiedelten Gebieten (Siedlungstypen S1 und S2).
- **Hauptleitungen (Groberschliessung) mit Quartierschliessungsfunktion**: Bei sehr dichter Besiedelung (Siedlungstyp S4 und S5) kann teilweise auf Versorgungsleitungen verzichtet werden, weil die Erschliessung direkt via Groberschliessung (Hauptleitungen) wahrgenommen werden kann.
- **Hydranten**: Bei dichter Besiedelung müssen pro Wohneinheit weniger Hydranten für die Löschwasserversorgung erstellt werden als bei dünner Besiedelung.

### c) Wie beeinflusst die kleinräumliche Lage die Höhe der Infrastrukturkosten?

Wie bei der Abwasserentsorgung gilt auch bei der Wasserversorgung, dass die Infrastrukturkosten für die Erschliessung davon abhängen, ob eine Groberschliessung bereits vorhanden ist oder ob eine neue Groberschliessung - sprich Hauptleitung - zu erstellen ist.

Mit der Länge der **Hauptleitung (Groberschliessung)** können Siedlungen an peripheren Lagen kostenmässig adäquat erfasst werden. Hauptleitungen, die zur Erschliessung einer Siedlung notwendig sind und hauptsächlich von dieser Siedlung genutzt werden, sind kostenmässig dieser Siedlung anzulasten.

### d) Wie beeinflusst der Ortstyp die Höhe der Infrastrukturkosten?

Die wichtigsten vom Ortstyp abhängigen Einflussfaktoren sind:

- Kosten **für die Hauptleitungen (Groberschliessung)**: Analog zur Abwasserentsorgung ist davon auszugehen, dass in städtischen Gebieten zwar die Leitungslängen pro Kopf kurz, aber die Kosten pro Laufmeter hoch sind. Die Gründe dafür liegen vor allem in den erschwerten Bedingungen beim Bau wegen Verkehr und zahlreichen Werkleitungen. Umgekehrt sind in ländlichen Gemeinden die Hauptleitungen länger, aber auf Grund der einfacheren Linienführung kostengünstiger. Die Dimensionierung der Wasserleitungen ist demgegenüber kaum kostenrelevant und wird daher nicht als wesentlicher Einflussfaktor betrachtet.
- **Länge und Kosten Transport- und Zubringerleitungen**: Es handelt sich dabei um die Leitungen von der Wasserfassung (Quell-, Grund- oder Seewasserfassung) zum Reservoir und vom Reservoir zum Versorgungsgebiet. Beide Leitungstypen dienen

---

2 Hingegen werden in der Regel stark unterschiedliche Anschlussgebühren verlangt, was hier aber nicht zur Diskussion steht.

nicht unmittelbar zur Grob- oder Quartierserschliessung, sie liegen ausserhalb der Bauzonen. Im städtischen Raum fallen die Transport- und Zubringerleitungen im Vergleich zu den übrigen Leitungen kaum ins Gewicht. Im ländlichen Raum hingegen können die Kosten für Transport- und Zubringerleitungen je nach Standort der Wassergewinnung von Bedeutung sein.

- **Grösse und Kosten der Wassergewinnungsanlagen:** Die Dimensionierung der Wasserversorgungsanlagen (Fassung, Aufbereitung, Reservoir) hängt entscheidend vom Ortstyp bzw. der Anzahl EinwohnerInnen ab. Im Unterschied zum Abwasserbereich kann aber bei den Kosten pro m<sup>3</sup> nicht von wesentlichen Skaleneffekten ausgegangen werden.

Wie bei der Abwasserversorgung hat auch bei der Wasserversorgung das gewählte technische System und der Ausrüstungs- bzw. Zuverlässigkeitsstandard einen Einfluss auf die Kosten: So kann z.B. die Versorgungssicherheit verbessert werden, wenn die Erschliessung mit Haupt- und Versorgungsleitungen generell als Ringsystem statt Stichleitung angelegt wird. Das Ringsystem führt jedoch zu grösseren Leitungslängen. Ebenfalls aus Gründen der Versorgungssicherheit wird oft eine Quelfassung mit einer Grundwasserfassung kombiniert.

In der folgenden Tabelle 4-3 sind für die vier Ortstypen die wichtigsten Annahmen bezüglich Ausstattungsgrad zusammengefasst.

**Tabelle 4-3: Ausstattung der Wasserversorgung nach Ortstyp**

Ortstyp	Wassergewinnung	Wasseraufbereitung	Leitungsnetz
1: Stadt	Hauptsächlich Grundwasser und Seewasser	einstufige Aufbereitung	Haupt- und Versorgungsleitungen zum Teil als Ringsystem
2: Agglo	Hauptsächlich Grundwasser und Seewasser	einstufige Aufbereitung	Haupt- und Versorgungsleitungen zum Teil als Ringsystem
3: Regionalzentrum	Hauptsächlich Quellwasser und Grundwasser	einstufige Aufbereitung	Haupt- und Versorgungsleitungen zum Teil als Ringsystem
4: Randgemeinde	Hauptsächlich Quellwasser und Grundwasser	einstufige Aufbereitung	Haupt- und Versorgungsleitungen hauptsächlich als Stichleitungen

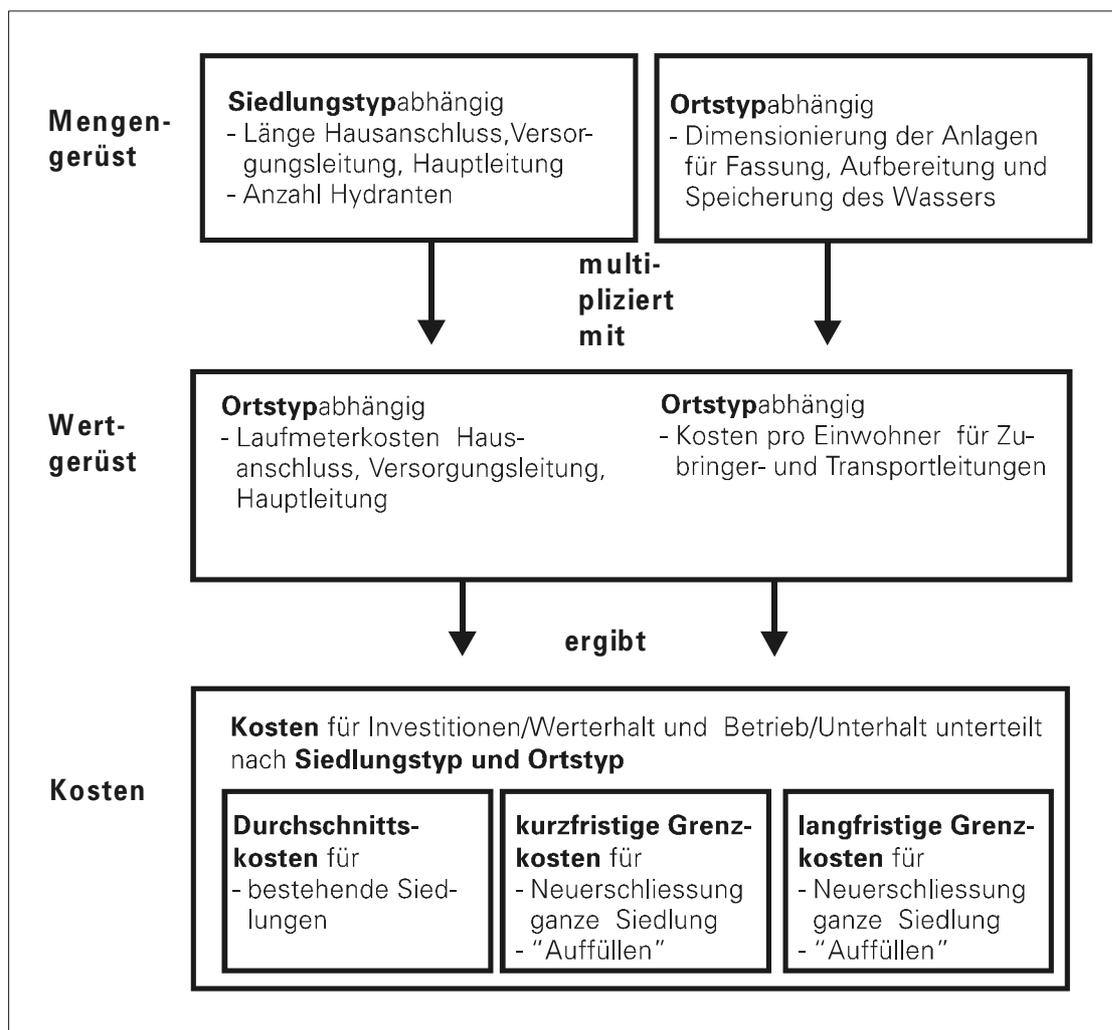
### e) Welche Fremdeinflüsse haben erheblichen Einfluss auf die Höhe der Infrastrukturkosten?

Im Wasserversorgungsbereich ist vor allem auf folgende Einflussfaktoren hinzuweisen, welche nicht vom Siedlungs- oder Ortstyp abhängig sind:

- **Verfügbare Wasserart (Quell-, Grund- oder Seewasser):** Kann die Wasserversorgung ausschliesslich durch Quellwasser abgedeckt werden, so entfällt in der Regel der Aufwand für das Pumpen, welches bei Grund- oder Seewasserfassungen unumgänglich ist. Auch der Aufwand für die Erstellung einer Brunnenstube ist tendenziell geringer als für die Einrichtungen einer Grundwasser- oder Seewasserfassung.
- **Qualität des Quell- und Grundwassers:** Die Qualität des gefassten Grund- und/oder Quellwasser bestimmt den Aufwand für die Aufbereitung des Trinkwassers. Wie bereits in Grafik 4-2 erläutert, kann heute rund die Hälfte des gefassten Quell- und Grundwassers ohne weitere Aufbereitung verwendet werden. Der Rest muss ein- oder mehrstufig aufbereitet werden, was die Kosten erhöht.
- **Topographie, Baugrund:** Sowohl Topographie wie Baugrund bestimmen die Kosten sowie evtl. die Anordnungen der Gebäude innerhalb der Siedlungen und damit auch die Leitungslängen für Hausanschlüsse, Quartier- und Groberschliessung sowie Zubringer- und Transportleitungen. Aber auch die Kosten für die Wassergewinnung (Fassung, Reservoir) können von den topographischen Gegebenheiten und dem Baugrund abhängig sein.
- **Industrieanteil:** Bei grossem Industrieanteil mit entsprechend grossem Wasserverbrauch kann davon ausgegangen werden, dass die (fixen) Kosten für Transport- und Zubringerleitungen auf einen grösseren Mengenumsatz umgelegt werden können. Dies bewirkt tiefere Kosten pro m<sup>3</sup> Wasserverbrauch.

## 4.2 Mengen- und Wertgerüst

Basierend auf den vorangehenden Ausführungen kann das Normkostenmodell aus Abschnitt 2.3.2 (Grafik 2-3) für den Wasserbereich konkretisiert werden.

**Grafik 4-4: Normkostenmodell Wasserversorgung**

Die quantitativen Werte für die verschiedenen Parameter des Mengen- und Wertgerüsts sind in den Anhängen A und B, jeweils Kapitel 3, zusammengefasst.

Für die weitergehende Analyse wird wie im Abwasserbereich zwischen Durchschnittskosten sowie kurz- und langfristigen Grenzkosten unterschieden. Die Relationen zwischen diesen Kosten können wie folgt zusammengefasst werden (vgl. auch Tabelle 4.5):

- Die **Durchschnittskosten** ergeben sich aus den Gesamtkosten der Wasserversorgung pro Wohneinheit bzw. pro EinwohnerIn. Werden neue Siedlungen erstellt, so liegen die zusätzlichen Kosten für die Besiedlung - wie nachstehend ausgeführt - unter den Durchschnittskosten.
- Zu den **kurzfristigen Grenzkosten** zählen alle Kosten, welche durch die Neubesiedlung unmittelbar anfallen. Wir gehen hier von der Annahme aus, dass die Kapazitäten der äusseren Erschliessung kurzfristig noch ausreichen.

- Zusätzliche Investitionen sind in jedem Fall für den Hausanschluss sowie den Anschluss an die Quartierleitung erforderlich. Wird ein Quartier neu erschlossen („Neuerschliessung“), so ist zusätzlich die Quartierschliessung sowie der Anschluss an die Groberschliessung und die Errichtung der Groberschliessung selbst erforderlich.
  - Bei den Betriebs- und Unterhaltskosten fallen sowohl beim „Auffüllen“ als auch bei der „Neuerschliessung“ die Aufwendungen für die Wassergewinnung, für das Reservoir und für die übrigen Kosten der Betriebsführung (Personal, Energie usw.) an. Bei der „Neuerschliessung“ müssen auch die zusätzlichen Kosten für den Unterhalt der Quartierschliessung sowie der Groberschliessung berücksichtigt werden.
- Die **langfristigen Grenzkosten** setzen sich aus den zusätzlichen Kosten zusammen, die durch die Neubesiedlung oder das Auffüllen in langer Sicht anfallen. Wir gehen von der Annahme aus, dass in langer Frist die Dimensionierung der Groberschliessung, der Transport- und Zubringerleitungen sowie der Wassergewinnung und -speicherung durch zusätzliche Bauten beeinflusst wird. Die langfristigen Grenzkosten können wie folgt bestimmt werden:
- Alle kurzfristig anfallenden Kosten sind selbstverständlich auch aus langfristiger Sicht relevant (Hausanschlüsse, Quartierschliessung, Anschluss an Groberschliessung, Groberschliessung).
  - Langfristig ist aber auch der Ersatz der Wassergewinnung und der Wasserspeicherung sowie des Transport- und Zuleitungssystem relevant. Diese Anlagen werden in unterschiedlichem Ausmass von der Grösse des Einzugsgebiets bestimmt. Bei der Wassergewinnung und Wasserspeicherung (Reservoir) wächst die Dimensionierung der Anlagen mehr oder weniger proportional mit der gesteigerten Wassernachfrage (durch neue Siedlungen). Die Kosten dieser grösseren Dimensionierung entsprechen den langfristigen Grenzkosten. Dabei ist davon auszugehen, dass die Grenzkosten für die Erweiterung dieser Anlagen nahe bei den Durchschnittskosten liegen (es lassen sich also kaum grosse Skaleneffekte erzielen).  
Bei den Transport- und Zubringerleitungen ergeben sich die Zusatzkosten aus dem grösser zu dimensionierenden Rohrdurchmesser. Die Gesamtkosten für die Wert-erhaltung werden aber nur zum Teil vom Rohrdurchmesser bestimmt, daneben fallen mehr oder weniger vom Rohrdurchmesser unabhängige Kosten für die Grab- und Verlegungsarbeiten an. Daher liegen die langfristigen Grenzkosten für die Wert-erhaltung der Transport- und Zubringerleitungen deutlich unter den Durchschnittskosten.
  - Beim Betrieb und Unterhalt sind ähnlich wie im Abwasserbereich langfristig mit Ausnahme der Installationen für den Hausanschluss (Schieber, Batterie, Leitung) alle Kostenfaktoren zu berücksichtigen.

**Tabelle 4-5: Durchschnitts- versus kurz- und langfristige Grenzkosten bei der Wasserversorgung**

	Durchschnittskosten bestehende Gebiete	Kurzfristige Grenzkosten		Langfristige Grenzkosten	
		"Auffüllen"	"Neuerschliessung"	"Auffüllen"	"Neuerschliessung"
<b>Investitionen / Werterhaltung</b>					
<b>Innere Erschliessung</b>					
- Hausanschlüsse (Schieber usw.)	■	■	■	■	■
- Rohrleitung Hausanschluss	■		■		■
- Anschluss an Quartierleitung	■	■	■	■	■
- Rohrleitung Quartierserschliessung	■		■		■
- Hydrant	■		■		■
- Anschluss an Groberschliessung	■		■		■
<b>Äussere Erschliessung</b>					
- Groberschliessung	■		■		■
- Zuleitung zu Groberschliessung	■		■		■
- Transportleitung / Zubringerleitung	■			■	■
- Reservoir	■			■	■
- Wassergewinnung	■			■	■
<b>Betrieb / Unterhalt</b>					
<b>Innere Erschliessung</b>					
- Hausanschlüsse (Schieber usw.)		■		■	
- Rohrleitung Hausanschluss			■		■
- Anschluss an Quartierleitung	■	■	■	■	■
- Rohrleitung Quartierserschliessung	■		■		■
- Hydrant	■		■		■
- Anschluss an Groberschliessung	■		■		■
<b>Äussere Erschliessung</b>					
- Groberschliessung	■		■		■
- Zuleitung zu Groberschliessung	■		■		■
- Transportleitung / Zubringerleitung	■			■	■
- Reservoir	■	■	■	■	■
- Wassergewinnung	■	■	■	■	■
- Übrige Kosten (Personal, Betrieb)	■	■	■	■	■

Legende:   
 ■ volle Kosten relevant   
 ■ grosser Teil der Kosten relevant (über 50% der Durchschnittskosten)   
 ■ kleiner Teil der Kosten relevant (unter 50% der Durchschnittskosten)

## 4.3 Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen

### 4.3.1 Durchschnittskosten bestehender Siedlungen

Die Anwendung des Normkostenmodells für die Durchschnittskosten ergibt die in Tabelle 4-6 zusammengefassten Ergebnisse. Die letzte Spalte zeigt einen plausiblen Durchschnittswert für den jeweiligen Ortstyp. Dieser Durchschnittswert hängt von der angenommenen siedlungsspezifischen Zusammensetzung des Ortstyps ab. Die Herleitung der unterstellten Gewichtung der einzelnen Siedlungstypen pro Ortstyp ist in Abschnitt 1.2 von Anhang A zu finden.

Grafik 4-6 zeigt folgendes:

- Die Ergebnisse zeigen teilweise sehr grosse Kostenunterschiede zwischen den einzelnen **Siedlungstypen**.
  - Wie zu erwarten war, nehmen die spezifischen Kosten pro EinwohnerIn oder pro mit zunehmender Dichte ab. Die verdichteten Bauweisen (ab S3) verursachen wesentlich tiefere Wasserversorgungskosten.
  - Sehr hohe Infrastrukturkosten weist der Siedlungstyp S1 auf. Die Kosten liegen hier je nach Ortstyp um den Faktor 7 bis 10 über dem kostengünstigsten Siedlungstyp S5.
- Beim Vergleich der einzelnen **Ortstypen** zeigt sich, dass die Gesamtkosten im Ortstyp mit dem höchsten Verdichtungsgrad (Stadt) am tiefsten sind. An zweiter Stelle folgt die Agglomeration. Der Unterschied zwischen der Agglomeration und dem Regionalzentrum ist allerdings gering. Das Regionalzentrum weist bei den Betriebskosten der äusseren Erschliessung wegen der kostengünstigeren Wassergewinnung<sup>3)</sup> und den tieferen Verwaltungs- und Administrativkosten klare Vorteile auf und kann dadurch die im Vergleich zur Agglomeration höheren Kapitalkosten beinahe auffangen. Die höchsten Kosten pro EinwohnerIn fallen im Ortstyp Randgemeinde an. Der ungünstige Siedlungsmix überlagert die Kostenvorteile dieses Ortstyps im Bereich der Wassergewinnung.
- Es fällt auf, dass die Kapitalkosten für die äussere Erschliessung jene der inneren Erschliessung übersteigen. Bei den Betriebs- und Unterhaltskosten dominieren die Aufwendungen für die Wassergewinnung und Wasseraufbereitung (äussere Erschliessung).

---

3 Gemäss Modellannahme wird der Wasserbedarf von regionalen Zentren wie folgt gedeckt: 59.7% Quellwasser, 37.6% Grundwasser und nur 2.7% Seewasser. In städtischen Verhältnissen und in Agglomerationen erfolgt die Bedarfsdeckung zu 48.6% über Seewasser (mit vergleichbar hohen Investitions- und Betriebskosten) und 37.4% Grundwasser. Der kostengünstige Quellwasseranteil beläuft sich in Städten und Agglomerationen nur auf 14%.

**Tabelle 4-6: Durchschnittliche Kosten für die Wasserversorgung bestehender Siedlungen, CHF / EinwohnerIn bzw. CHF / m<sup>3</sup> Frischwasserverbrauch**

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF pro EinwohnerIn		Stadt					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205	173	100	52	18	57.9
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	5.2	1.0	0.9	0.3	1.0
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	773	150	89	81	33	74.3
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	67	67	67	67	67.3
Total pro EinwohnerIn		1'050	396	257	201	119	201

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF pro EinwohnerIn		Agglo					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205	173	100	52	18	78.7
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	5.2	1.0	0.9	0.3	1.5
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	773	150	88	81	33	92.8
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	67	67	67	67	67.3
Total pro EinwohnerIn		1'050	396	257	201	119	240

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF pro EinwohnerIn		RegZen					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205	173	100	52	18	105.5
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	5.2	1.0	0.9	0.3	2.2
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	732	152	97	89	45	119.4
	Kosten Betrieb / Unterhalt	31	31	31	31	31	31.2
Total pro EinwohnerIn		972	362	229	173	94	258

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF pro EinwohnerIn		RandGem					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205	173	100	52	18	137.8
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	5.2	1.0	0.9	0.3	3.1
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	608	147	103	97	62	195.7
	Kosten Betrieb / Unterhalt	31	31	31	31	31	31.2
Total pro EinwohnerIn		849	357	235	181	112	368

\* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

### 4.3.2 Langfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung

Die langfristigen Grenzkosten geben Auskunft über die zusätzlichen (langfristigen) Kosten bei einer Erweiterung der Siedlung.

In Tabelle 4-7 sind die Ergebnisse der Berechnungen mit dem Normkostenmodell für den Fall „neue Siedlungen“ wiedergegeben. Wie bereits erwähnt wird dabei unterstellt, dass

durch die Siedlungserweiterung auch eine anteilmässige Erweiterung der Groberschliessung sowie der Wassergewinnung und -aufbereitung notwendig wird. Die innere Erschliessung muss vollständig neu erstellt werden. Das Mengengerüst ist damit das gleiche wie bei den Durchschnittskosten.

Insgesamt ist festzustellen, dass die Ergebnisse in Tabelle 4-7 sehr ähnlich ausfallen wie bei den Durchschnittskosten in Tabelle 4-6. Dies ist nicht weiter erstaunlich:

- Die gesamte innere Erschliessung muss neu erstellt werden. Synergie- oder Skaleneffekte zu bestehenden Siedlungen ergeben sich für die innere Erschliessung nicht. Daher fallen bei der inneren Erschliessung die langfristigen Grenzkosten gleich hoch aus, wie die Durchschnittskosten für bestehende Siedlungen.
- Kostenunterschiede zwischen den langfristigen Grenzkosten und den Durchschnittskosten fallen jedoch bei einzelnen Bestandteilen der äusseren Erschliessung an: Transportleitung, Zubringerleitung, Reservoir und Wassergewinnungsanlagen müssen nicht separat für die neue Siedlung erstellt werden, sondern bestehen bereits. Allerdings muss bei langfristiger Betrachtung berücksichtigt werden, dass die neue Siedlung einen Einfluss auf die Dimensionierung der Anlagen im Ersatzfall hat. So müssen z.B. Reservoir und Wassergewinnungsanlagen etwas grösser dimensioniert werden, wenn der Bedarf durch neu angesiedelte Gebiete steigt. Wir gehen davon aus, dass sich bei diesen Anlagen gewisse Skaleneffekte ergeben, die spezifischen Kosten pro EinwohnerIn mit der zunehmenden Grösse der Anlage also leicht abnehmen.
- In diesem Sinne liegen die zusätzlichen Grenzkosten der Investitionen (Kapitalkosten) der äusseren Erschliessung etwas unter den Durchschnittskosten von bestehenden Siedlungen. Bei den Transport- und Zubringerleitungen werden relativ grosse Skaleneffekte erwartet (die Dimensionierung sowie Kosten grösserer Rohrdurchmesser nehmen stark unterproportional zu). Demgegenüber kann bei den kostenintensiven Reservoirs und Wassergewinnungsanlagen ausser dem Steuerbereich kaum mit grossen Skaleneffekten gerechnet werden.
- Beim Betrieb und Unterhalt sind deutliche Skaleneffekte bei der Reinigung und Kontrolle der Transport- und Zubringerleitungen zu erwarten - wir haben allerdings für diese beiden Anlagenteile mangels verfügbarer Daten keine Kosten berücksichtigt. Bei den übrigen Kosten erwarten wir demgegenüber keine Veränderungen. Insgesamt liegen daher auch die langfristigen Grenzkosten für Betrieb und Unterhalt auf der Höhe der Durchschnittskosten.

**Tabelle 4-7: Langfristige Grenzkosten für die Wasserversorgung einer neuen Siedlung, in CHF / EinwohnerIn bzw. CHF / m<sup>3</sup> Frischwasserverbrauch**

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF pro EinwohnerIn		Stadt				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205	173	100	52	18
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	5.2	1.0	0.9	0.3
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	768	145	84	76	28
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	67	67	67	67
Total pro EinwohnerIn		1'045	391	252	196	114

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF pro EinwohnerIn		Agglo				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205	173	100	52	18
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	5.2	1.0	0.9	0.3
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	768	145	83	76	28
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	67	67	67	67
Total pro EinwohnerIn		1'045	391	252	196	114

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF pro EinwohnerIn		RegZen				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205	173	100	52	18
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	5.2	1.0	0.9	0.3
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	716	137	81	73	29
	Kosten Betrieb / Unterhalt	31	31	31	31	31
Total pro EinwohnerIn		957	346	213	157	79

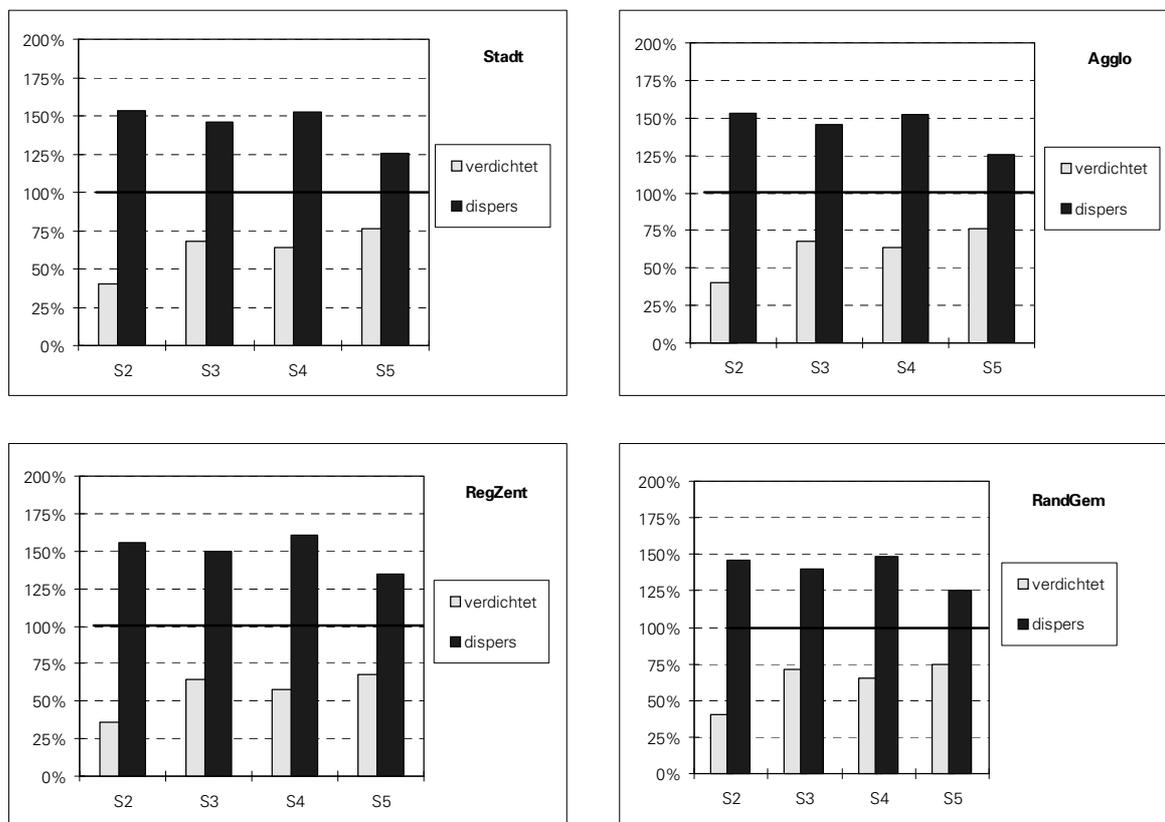
Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF pro EinwohnerIn		RandGem				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205	173	100	52	18
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	5.2	1.0	0.9	0.3
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	582	121	76	71	36
	Kosten Betrieb / Unterhalt	31	31	31	31	31
Total pro EinwohnerIn		822	331	209	155	85

- Bezüglich den siedlungsspezifischen Kostenunterschieden kann auf die Erläuterung zu den Durchschnittskosten verwiesen werden. Am kostengünstigsten schneidet der Siedlungstyp S5 ab.

Zusammenfassend ergibt sich, dass die langfristigen Kosten etwas unter den Durchschnittskosten liegen.

Den vorangehenden Ergebnisse liegt der „Standardfall“ einer Siedlungserweiterung zu Grunde. In Grafik 4-8 wird aufgezeigt, wie sich die Wasserversorgungskosten verändern, wenn die Siedlungserweiterung verdichtet oder dispers erfolgt. Wiederum wird im Fall „verdichtet“ unterstellt, dass keine neue Groberschliessung erstellt werden muss und dass auch die Quartierserschliessung bereits vorhanden ist. Im Fall „dispers“ erfolgt die Siedlungserweiterung etwas abseits. Im Vergleich zum Standardfalls muss nebst der Groberschliessung eine Zuleitung von 200 Metern gebaut werden. Der Standardfall gemäss Tabelle 4-7 entspricht in der Grafik 4-8 der schwarzen 100%-Linie.

**Grafik 4-8: Mehr- und Minderkosten der Wasserversorgung bei verdichteter und disperser Siedlungserweiterung, Kosten in % des Standardfalls**



#### Kommentar:

- Die Kostenunterschiede sind wie zu erwarten bedeutend. Eine verdichtete Erweiterung in einer bestehenden Siedlung ist insbesondere beim Siedlungstyp „Einfamilienhaus“ (S2) dank der eingesparten Quartier- und Groberschliessung wesentlich günstiger als im Standardfall (-196 bis -233 CHF/EinwohnerIn).
- Erfolgt die Siedlungserweiterung nicht in unmittelbarer Nähe einer bestehenden Groberschliessung, so steigen die Kosten pro EinwohnerIn deutlich an. Die Kostensteigerung liegt bei rund 50% (oder 150 bis 200 CHF/EinwohnerIn) bei den Sied-

lungstypen S2, S3 und S4. Beim Siedlungstyp S5 beläuft sich die Kostensteigerung auf rund 25%.

### 4.3.3 Kurzfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung

Die kurzfristigen Grenzkosten der Wasserversorgung liegen bei allen Ortstypen um 11% bis 12% unter den langfristigen Grenzkosten. Diese Unterschiede sind auf zwei Effekte zurückzuführen:

- Die Erstinvestitionskosten der inneren Erschliessung fallen im Schnitt tiefer aus als die langfristigen Werterhaltungskosten. Dies hängt mit dem Umstand zusammen, dass der Neubau auf der „grünen Wiese“ kostengünstiger erstellt werden kann, als wenn beim Ersatz auf bereits bestehende Infrastruktureinrichtungen (Strasse, Abwasser, Strom) Rücksicht genommen werden muss.
- Bei der äusseren Erschliessung können auf kurze Frist die Auswirkungen auf die Dimensionierung der Zubringer- und Transportleitungen sowie auf die Dimensionierung der Wassergewinnung und -speicherung vernachlässigt werden. Entsprechend fallen hier kurzfristig keine zusätzlichen Kosten an.

Für eine optimale und kostendeckende Tarifierung müssten die Wasserbenutzungsgebühren nach den langfristigen Grenzkosten ausgerichtet werden. Eine Orientierung der Tarife an den kurzfristigen Grenzkosten würde langfristig zu einem Finanzierungsfehlbetrag von 11% bis 12% führen.

### 4.3.4 Sensitivitäten

Wie in den anderen Infrastrukturbereichen bestehen auch bei der Wasserversorgung zahlreiche Unsicherheiten sowohl im Mengen- als auch im Wertgerüst.

Kritisch im **Mengengerüst** ist vor allem die Frage des Qualitäts- bzw. Versorgungsstandards. Ein komplett ausgebautes Ringsystem bietet im Vergleich zu einem Stichsystem eine höhere Versorgungssicherheit. Ein Ringsystem hat aber auch grössere Leitungslängen zur Folge, was sich in entsprechend höheren Gesamtkosten niederschlägt. Die unterstellten Längen bei der Quartier- und beim anrechenbaren Anteil an der Groberschliessung entsprechen in etwa einem Mischsystem, welches sowohl aus Ringleitungen besteht, aber zum Teil auch auf dem einfacheren Stichleitungssystem beruht.

Von grosser Bedeutung ist auch die Frage der Trinkwassergewinnung (Quell-, Grund- oder Seewasser): Wir haben für die einzelnen Ortstypen schweizerische Durchschnittswerte angenommen. Wegen der grossen Kostenunterschiede bei der Trinkwassergewinnung führt jede Abweichung von dieser durchschnittlichen Zusammensetzung der Wassergewinnung vor allem zu stark divergierenden Betriebskosten.

Bei den **Normkostensätzen** haben folgende Parameter grossen Einfluss auf die Modell-ergebnisse:

- Bei der inneren Erschliessung dominieren die Kosten für den Hausanschluss und die Quartiererschliessung (Rohrleitung und Grabarbeiten). Sie sind je nach Siedlungstyp für 70% bis 80% der Kosten verantwortlich.
- Die Kosten der äusseren Erschliessung werden in städtischen Verhältnissen und in Agglomeration zu über 90% durch die Kosten der Groberschliessung bestimmt. In regionalen Zentren und Randgemeinden liegt der Anteil der Groberschliessung bei ca. 60% bis 80% (je nach Siedlungstyp). Entsprechend gross ist die Bedeutung des Kostensatzes für Rohrleitung und Grabarbeiten bei der Groberschliessung. Die Unsicherheiten bei den Erstellungskosten der Wassergewinnungsanlagen sind vergleichsweise von untergeordneter Bedeutung. Wesentlich bedeutender sind die Betriebskosten dieser Anlagen.

#### **4.4 Kostenträgerrechnung**

Bei der Wasserversorgung stellen sich bezüglich der Kostendeckung ähnliche Probleme wie bei der Abwasserentsorgung. Zwar ist heute weitgehend sichergestellt, dass die Nutzniessenden (Wasserverbraucher) vollumfänglich für die Kosten der Wasserversorgung aufkommen müssen, so dass keine öffentlichen Steuergelder der Gemeinden oder Kantone in diesen Bereich fliessen. Es verbleiben aber trotzdem folgende Probleme:

- Die heutigen Wassergebühren entsprechen in vielen Fällen nicht den langfristigen Grenzkosten. Insbesondere die Werterhaltung wurde teilweise vernachlässigt, so dass die Gebühren wegen dem grossen Nachholbedarf in Zukunft steigen werden. Ein grober Vergleich zwischen den langfristigen Grenzkosten für die äussere Erschliessung und den heutigen m<sup>3</sup>-Preisen bestätigt diese Vermutung.
- Die Modellberechnungen zeigen zusätzlich, dass die Grenzkosten je nach Siedlungstyp stark variieren. Bei einer wenig siedlungsspezifischen Preisgestaltung (was heute fast ausnahmslos der Fall ist) kommt es daher in bedeutendem Ausmass zu Quersubventionierungen innerhalb der gleichen Wasserversorgung. Kostengünstigere Siedlungsformen finanzieren kostenintensive Strukturen mit. Hier stellt sich die Frage, inwieweit eine siedlungsspezifische Differenzierung in Zukunft administrativ sinnvoll und politisch akzeptabel ist.

## 4.5 Schlussfolgerungen

In der Wasserversorgung fallen ebenfalls bedeutenden Infrastrukturkosten an.

Rund 58% bis 71% der gesamten Kapital-, Betriebs- und Unterhaltskosten entfallen auf die äussere Erschliessung (Groberschliessung und Wassergewinnung). Die Kapitalkosten für die Wasserversorgung sind vor allem vom Siedlungstyp bzw. der Länge des Rohrleitungssystems abhängig.

Beim Betrieb und Unterhalt dominieren die Kosten der Wassergewinnung (Quell-, Grund- oder Seewasser), welche in erster Linie durch den Ortstyp bestimmt wird.

Bezüglich der Kostendeckung kann festgestellt werden, dass die heutigen m<sup>3</sup>-Preise für eine langfristige Werterhaltung nicht ausreichen. Neben dieser Kostenunterdeckung zeigt die Kostenträgerrechnung, dass es innerhalb der einzelnen Wasserversorgungen zu bedeutenden Quersubventionierungen von den verdichteten Siedlungstypen (S3 bis S5) zu den dünn besiedelten Gebieten (Einfamilienhäuser, Streusiedlung) kommt. Das Verursacherprinzip ist nicht konsequent umgesetzt.

## 5 Verkehr

### 5.1 Wirkungsmodell und Systemgrenzen

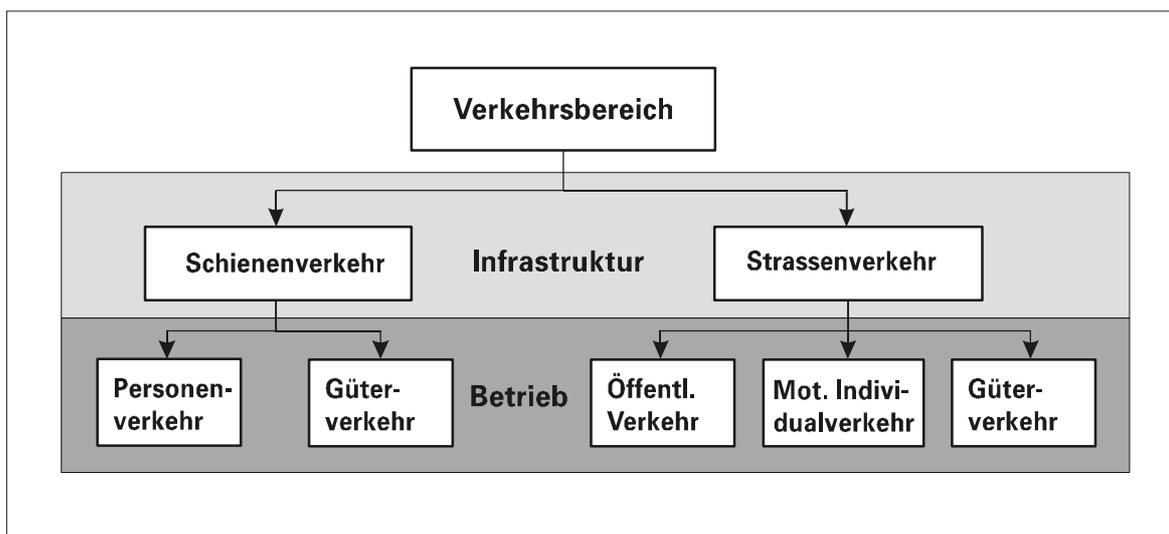
#### a) Welche Teile sollen in die Untersuchung einbezogen werden?

Im Verkehrsbereich erweist sich die Herleitung eines Wirkungsmodells und die Definition von Systemgrenzen als schwieriges Unterfangen, dies auf Grund der besonderen Ausprägung dieses Infrastrukturbereichs:<sup>(1)</sup>

- Der Verkehrsbereich umfasst verschiedene Verkehrsträger und -arten. Je nach Kategorie stellt sich die Problematik „Siedlungsstruktur bzw. Siedlungserweiterung und Infrastrukturkosten“ etwas anders.
- Gemäss Kostenkonzept interessieren nicht nur die direkten Infrastrukturkosten, sondern auch die Folgekosten des Betriebs der Infrastruktur (vgl. Grafik 2-4). Im Verkehrsbereich dürfte dieser Unterscheidung angesichts der Folgekostenproblematik - Stichwort „externe Kosten des Verkehrs“ - grössere Bedeutung zukommen als in anderen Bereichen.
- Verkehrsbewegungen dienen der Distanzüberwindung, und dies in jeweils beiden Richtungen einer betrachteten Verkehrsverbindung. Dies erschwert die Zuordnung der Kosten zu den einzelnen Siedlungsgebieten.

Ausgehend von den ersten beiden der oben genannten Punkte drängt sich im Verkehrsbereich eine weiter gehende Unterteilung auf (vgl. Grafik 5-1). Ausgangspunkt ist die Trennung von Infrastruktur und Betrieb. Die weitere Gliederung orientiert sich an den Verkehrsträgern bzw. der Verkehrsart.

**Grafik 5-1: Gliederung des Verkehrsbereich**



1 Vgl. dazu auch Infras (1994), Dezentrale Konzentration - auch eine Sparmassnahme, S. 31.

Die Fragestellung „Siedlungsentwicklung und Infrastrukturkosten“ ist für die verschiedenen Teile des Verkehrsbereich von unterschiedlicher Bedeutung:

- **Schieneinfrastruktur:** Als klassische Infrastruktur mit Netzcharakter wird die Schieneinfrastruktur bzw. deren Länge durch die grossräumige Siedlungsstruktur eines Raumes beeinflusst. Sie dient in den weitaus meisten Fällen der grossräumigen Erschliessung des Raumes und nicht der inneren Erschliessung einer Gemeinde. Für die Fragestellung der vorliegenden Untersuchung ist sie deshalb von untergeordneter Bedeutung.
- **Strasseninfrastruktur:** Anders sieht es bei der Strasseninfrastruktur aus. Ein erheblicher Teil der Strasseninfrastruktur wird unmittelbar durch die in Kapitel 2 beschriebenen Siedlungsstrukturen und -entwicklungen beeinflusst.
- **Schienepersonenverkehr:** Da die kleinräumige Lage eine Bestimmungsgrösse für unsere Siedlungsstruktur ist, diese Lage aber Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl hat, ist der Schienepersonenverkehr in die Untersuchung einzubeziehen.
- **Schiene-güterverkehr:** Der Schiene-güterverkehr dient nicht der klein- sondern der grossräumigen Versorgung. Einfluss auf die Kosten hat hier die Ausgestaltung des „Siedlungssystems Schweiz“. Wie in Kapitel 2 diskutiert, steht dieses in der vorliegenden Untersuchung nicht zur Diskussion.  
Zudem ist der Schiene-güterverkehr jener Bereich des Bahnverkehrs, welcher durch die Bahnreform am stärksten liberalisiert worden ist. Ein bedeutsamer Punkt der Liberalisierung ist, dass die staatlichen Unterstützungen für diesen Verkehrsbereich abgebaut werden. Bahnen werden unter diesen neuen Voraussetzungen entscheiden, welche Ortschaften mit dem Schiene-güterverkehr noch bedient werden sollen. Dieser Entscheid hängt von der Nachfrage und von der Konkurrenzsituation mit dem Strassen-güterverkehr ab und damit von der Möglichkeit der Bahnen, kostendeckende Preise zu verlangen. In Abschnitt 2.5 haben wir deutlich gemacht, dass für die vorliegende Untersuchung insbesondere die nicht verursachergerecht getragenen Infrastrukturkosten von Bedeutung sind. Mit der Liberalisierung wird angestrebt, dass der Bahngüterverkehr künftig seine Kosten vollständig übernimmt. Auch aus diesem Blickwinkel ist der Bahngüterverkehr damit für unsere Fragestellung nicht relevant.
- **Öffentlicher Strassenpersonenverkehr:** Hier gilt die gleiche Argumentation wie für den Schienepersonenverkehr. Er ist also zu berücksichtigen.
- **Motorisierter Individualverkehr (MIV):** Gleiches gilt natürlich für den MIV. Er wird auf Grund seiner Emissionen bei der Folgekostenproblematik im Zentrum des Interesses stehen.
- **Strassen-güterverkehr:** Für den Strassen-güterverkehr ist ähnlich wie für den Schiene-güterverkehr zu argumentieren. Wiederum ist die grossräumige Erschliessung der Schweiz, nicht aber die kleinräumige Erschliessung von Bedeutung. Hinzu kommt die Transitverkehrsproblematik, welche ebenfalls nichts mit der Fragestellung der vorliegenden Untersuchung zu tun hat. Mit der Einführung der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe wird zudem sichergestellt, dass eine verursachergerechte Kostenanlastung stattfindet und dies bis hin zu den externen Kosten.

Die obige Diskussion führt dazu, dass der Verkehrsbereich aus zwei Blickwinkeln betrachtet wird:

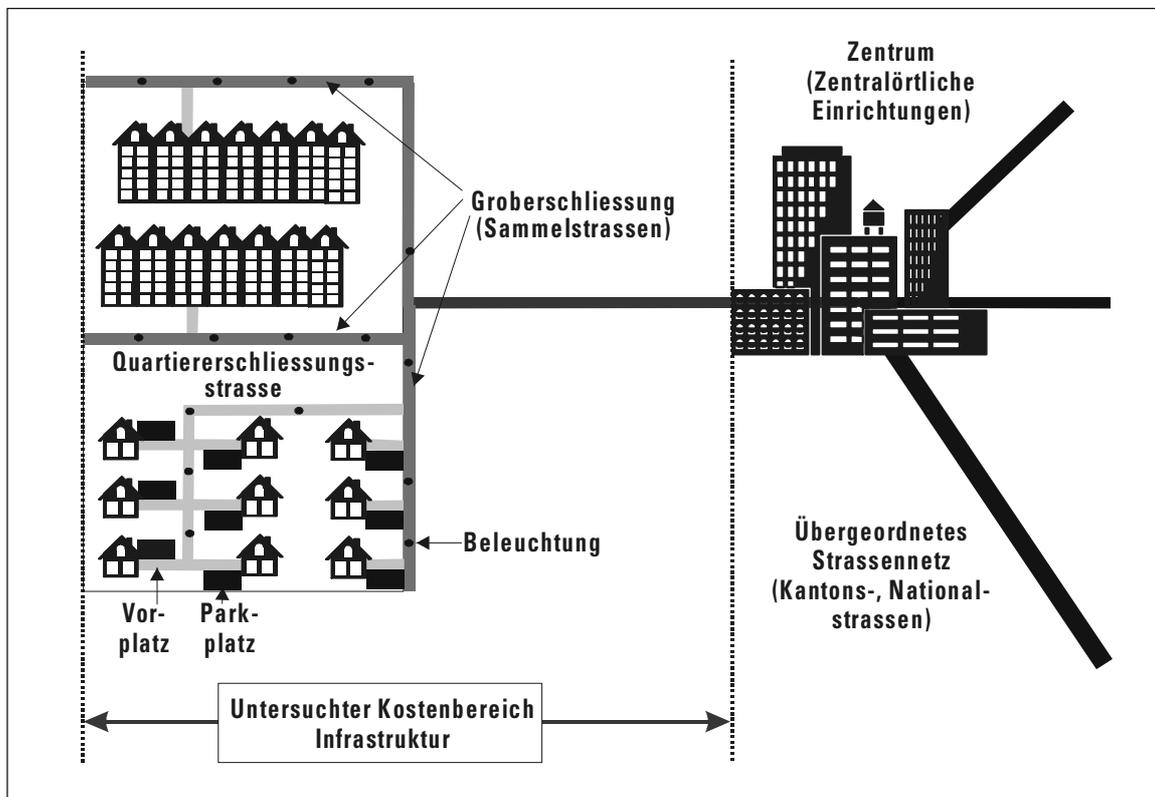
- **Strasseninfrastruktur:** Hier stehen die Bereitstellung, der Unterhalt und der Betrieb der Infrastrukturanlagen im Vordergrund.
- **Personenverkehr:** Unter diesem Stichwort wird die Folgekostenproblematik diskutiert, und dies sowohl für den MIV als auch für den ÖV auf Strasse und Schiene. Bei der Folgekostenproblematik stehen auf Seiten MIV die verursachten, aber nicht getragenen Umwelt- und Unfallkosten im Vordergrund, auf Seiten ÖV werden es die ungedeckten Wegekosten sein.

In den folgenden Ausführungen wird immer zwischen diesen beiden Blickwinkel unterschieden.

Nicht in Grafik 5-1 aufgeführt ist der **Langsamverkehr**. Die Infrastrukturseite des Langsamverkehrs wird unter der Strasseninfrastruktur mit berücksichtigt, da die Mitbenützung der für uns relevanten Strassen durch den Langsamverkehr immer noch den Regelfall darstellt. Die „Betriebsseite“ wird unter dem Blickwinkel Personenverkehr behandelt.

Die gewählten Systemgrenzen im Verkehrsbereich sind in Grafik 5-2 grobschematisch wiedergegeben.

**Grafik 5-2: Systemabgrenzung: Untersuchte Kostenbereiche des Verkehrsreichs**



**Kommentar:**

- Zentraler Untersuchungsgegenstand sind die innere und äussere Erschliessung der betrachteten Siedlungen. Zur **inneren Erschliessung** gehören vier Infrastrukturteile.
  - Die Quartiererschliessungsstrasse erschliesst die einzelnen Teile *innerhalb* der betrachteten Siedlung bzw. des betrachteten Perimeters.
  - Der Vorplatz entspricht dem „Hausanschluss“.
  - Parkplatz, bei grösseren Siedlungen Einstellhallen.
  - Die Beleuchtung der Quartiererschliessungsstrasse.

Zur **äusseren Erschliessung** zählen wir die Sammelstrassen, welche die betrachtete Siedlung mit dem übergeordneten Netz verbinden. Sie entsprechen der Groberschliessung. Die Länge der Groberschliessung variiert je nach Lage und Grösse des betrachteten Siedlungsperimeters. Bei der Groberschliessung handelt es sich um eine Gemeindestrasse.

Wie in Abschnitt 2.4 ausführlich beschrieben, wird das übergeordnete Netz (Kantons- und Nationalstrassen) nicht in die Untersuchung einbezogen.

- Die fünf im letzten Absatz genannten „Kostenstellen“ sind in erster Linie relevant für den Blickwinkel „Strasseninfrastruktur“. Für den Blickwinkel „Personenverkehr“ rückt die Distanz zu den zentralörtlichen Einrichtungen in den Vordergrund. Sie beeinflusst die Länge der Wege und Fahrten für verschiedene Zwecke (Einkaufen, Arbeiten). Diese Distanz ist in Grafik 5-2 die dunkle Strecke von den betrachteten Siedlungsgebieten zum Zentrum.

**b) Wie beeinflusst der Siedlungstyp die Höhe der Infrastrukturkosten?**

Der Siedlungstyp wirkt auf das Mengengerüst in unserer Normkostenrechnung. Beim Blickwinkel „**Strasseninfrastruktur**“ ist es das Mengengerüst der äusseren sowie der inneren Erschliessung:

- Bei der äusseren Erschliessung ist es häufig so, dass die Sammelstrasse nicht nur von einer Siedlungseinheit benützt wird, sondern von mehreren gemeinsam. Diese Situation ist auch in Grafik 5-2 wiedergegeben. Hier stellt sich die Frage, welchen Anteil der gesamten Strasse der einzelnen Siedlung anzulasten ist. In Abschnitt 1.2 des Anhangs A wird aufgezeigt, wie diese Festlegung im vorliegenden Projekt erfolgt.
- Der Siedlungstyp beeinflusst unmittelbar die Länge der Erschliessungsstrassen innerhalb des betrachteten Perimeters (Quartiererschliessung). Bei hoch verdichteten Siedlungen entfällt diese Strasse vollständig bzw. sie wird durch Fusswege ersetzt.
- Der einzelne Hausanschluss ist nicht bei allen Siedlungstypen relevant. Bei verdichteter Bauweise gibt es keinen Vorplatz.
- Bei den Parkplätzen ist von einer durchschnittlichen Anzahl pro Wohneinheit auszugehen. Bei grösseren Siedlungen werden nicht offene Parkplätze sondern Einstellhallen angenommen.
- Die Beleuchtung hängt schliesslich allein von der Länge der Erschliessungs- und Sammelstrasse ab, und damit indirekt auch vom Siedlungstyp.

Grundlage für die Herleitung des Mengengerüsts für die innere Erschliessung sind konkrete Erschliessungspläne für unsere fünf Siedlungstypen. Diese Pläne sind im Anhang A wiedergegeben.

Wird nicht der Blickwinkel „Strasseninfrastruktur“ sondern „**Personenverkehr**“ eingenommen, ergibt sich folgender Einfluss des Siedlungstyps auf das Mengengerüst:

- Die fünf Siedlungstypen sind von der Fläche her gleich gross, weisen aber auf Grund der Unterschiede beim Verdichtungsgrad völlig unterschiedliche Bevölkerungszahlen auf. Diese unterschiedliche Masse bewirkt, dass einerseits unterschiedlich viele Fahrten ausgelöst werden und dass sich die Siedlungen unterschiedlich eignen, mit dem ÖV erschlossen zu werden. Diese Überlegungen werden mit einer unterschiedlichen Verkehrserzeugung und einem unterschiedlichen Verhalten bei der Verkehrsmittelwahl berücksichtigt.

### **c) Wie beeinflusst die räumliche Lage die Höhe der Infrastrukturkosten?**

Die **kleinräumliche Lage** („wo im Siedlungsgebiet liegt die betrachtete Siedlung?“) beeinflusst unser Kostenmodell im Verkehrsbereich über zwei Parameter:

- Beim Blickwinkel „**Strasseninfrastruktur**“ wird unterschieden, ob eine Siedlung abseits des Orts oder innerhalb des Orts gebaut wurde bzw. wird. Im ersten Fall muss die Siedlung über eine eigene, längere Strasse verfügen, im zweiten Fall nicht. Diesen Unterschied berücksichtigen wir, indem die kleinräumliche Lage die Länge der Groberschliessungsstrasse beeinflusst.
- Beim Blickwinkel „**Personenverkehr**“ beeinflusst die kleinräumliche Lage das Verhalten bei der Verkehrsmittelwahl: Je zentraler die Siedlung liegt, umso kürzer werden die Wege zu den zentralörtlichen Einrichtungen, was für den Langsamverkehr eine günstige Voraussetzung ist. In aller Regel sind zentralere Lagen auch besser mit den öffentlichen Verkehrsmitteln erschlossen, so dass auch leichter auf den ÖV umgestiegen werden kann. Untersuchungen über das Verkehrsverhalten in der Schweiz haben gezeigt, dass sowohl die Anzahl MIV-Fahrten als auch deren Länge von der Zentralität des Wohnortes abhängen.<sup>(2)</sup> Diese Erkenntnisse gilt es zumindest in qualitativer Form zu berücksichtigen.

### **d) Wie beeinflusst der Ortstyp die Höhe der Infrastrukturkosten?**

Im Fall der **Strasseninfrastruktur** beeinflusst der Ortstyp „nur“ das Wertgerüst, also die Normkostensätze und zwar für alle in Grafik 5-2 ausgewiesenen Infrastrukturteile mit Ausnahme der Beleuchtung.

---

2 Vgl. Stadtplanungsamt der Stadt Bern (1990), Verkehrsverhalten in Stadt und Region Bern - Mikrozensus 1989, Bundesamt für Statistik und Dienst für Gesamtverkehrsfragen (1996), Verkehrsverhalten in der Schweiz 1994.

Ortstypbedingte Unterschiede bei den Normkosten ergeben sich aus folgenden Gründen:

- höhere Bodenpreise im urbanen Raum im Vergleich zum ländlichen Raum
- höhere Baukosten wegen erschwerten Bedingungen und Unterschieden im Preisniveau

Bei der Optik „**Personenverkehr**“ beeinflusst der Ortstyp sowohl das Mengengerüst als auch das Wertgerüst des Kostenmodells:

- Das Verkehrsverhalten unterscheidet sich zwischen Stadt und Land, und zwar bezüglich folgender Punkte:
  - Anzahl zurückgelegte Wege pro Person und Jahr
  - Länge der zurückgelegten Wege
  - Verkehrsmittelwahl

Diese Unterschiede werden durch die Ausgestaltung des Mengengerüsts berücksichtigt.

- Bei der Optik „Personenverkehr“ steht wie oben unter Punkt a) erwähnt, die Folgekostenproblematik im Vordergrund, also die externen Umwelt- und Unfallkosten beim MIV und die ungedeckten Wegekosten beim ÖV. Beide Kostenarten unterscheiden sich je nach betrachtetem Ortstyp:
  - In zahlreichen Untersuchungen ist aufgezeigt worden, dass sich die externen Kosten nicht regelmässig über den Raum verteilen. In Agglomerationen sind etwa die Folgekosten der Lärmbelastung und der Luftschadstoffemissionen deutlich höher als im ländlichen Raum. Diese Unterschiede werden bei der Festlegung der Normkostensätze berücksichtigt. Grundlage für die Herleitung der Kostensätze ist die in der Schweiz zu diesem Thema umfassende Literatur.<sup>(3)</sup>
  - Schwieriger ist es, bei den ungedeckten Wegekosten im öffentlichen Verkehr verallgemeinerbare Aussagen über die Unterschiede nach Ortstyp zu machen. Grundlage werden entsprechende Untersuchungen im Rahmen von Nationalen Forschungsprogrammen und eine Auswertung der von den Transportunternehmen ausgewiesenen Kostendeckungsgrade sein.

### **e) Welche Fremdeinflüsse haben erheblichen Einfluss auf die Höhe der Infrastrukturkosten?**

Wie im Fall der Abwasserentsorgung gibt es auch im Verkehrsbereich eine Vielzahl von Einflussfaktoren, welche die Höhe der Infrastruktur- und Folgekosten massgeblich beeinflussen, in der vorliegenden Untersuchung aber nicht vertieft wurden:

- **Siedlungssystem Schweiz:** Wie bereits mehrfach erwähnt, hat die grossräumige Erschliessung der Schweiz grosse Auswirkungen auf die Kosten der Verkehrsinfrastruktur.

---

3 Wichtigste Quellen sind: Maibach M. et al. (1999), Faire und effiziente Preise, Ott W. et al. (1999), Externe Kosten im Verkehr: Regionale Verteilungswirkungen, ECOPLAN (1998), Externalitäten im Verkehr - methodische Grundlagen, ECOPLAN (1992), Externe Kosten im Agglomerationsverkehr - Fallbeispiel Region Bern und Maibach M. et al. (1992), Internalisieren der externen Kosten des Verkehrs.

- **Demographische Zusammensetzung:** Die demographische Zusammensetzung der Einwohnerschaft der betrachteten Siedlungen hat Auswirkungen auf das Verkehrsverhalten. Und, es ist davon auszugehen, dass zwischen den definierten Siedlungen durchaus Unterschiede in dieser Zusammensetzung bestehen.
- **Baugrund, geographische Lage:** Die Kosten für den Bau, Unterhalt und Betrieb von Strassen fallen je nach Baugrund und geographischer Lage sehr unterschiedlich aus. So kann z.B. bei letzterer der Winterdienst bei den Betriebskosten sehr stark ins Gewicht fallen.
- Produktivität **der Transportunternehmen:** Der Kostendeckungsgrad im öffentlichen Verkehr hängt nicht nur von den äusseren Rahmenbedingungen ab, sondern auch von der Art und Weise, wie das Unternehmen geführt wird. Produktivitätsunterschiede auf Grund unterschiedlich innovativem Verhalten sind vorhanden.

Die beiden letzten Punkte könnten als Sensitivitäten in das Normkostenmodell eingebaut werden, indem verschiedene Berechnungsparameter des Mengen- und Wertgerüsts nach unten oder nach oben korrigiert werden.

## 5.2 Mengen- und Wertgerüst

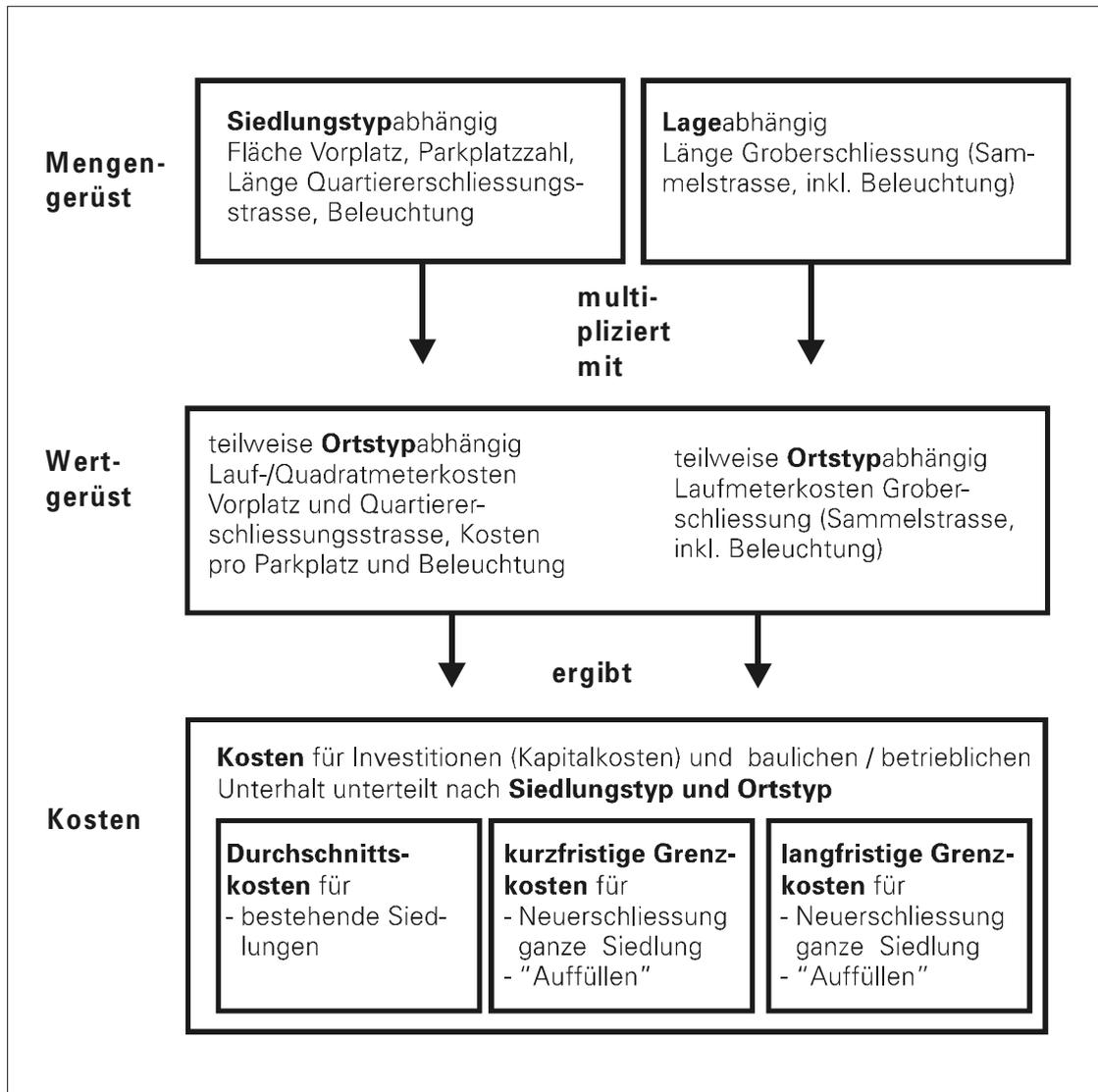
Ausgehend von den bisherigen Ausführungen kann das in Abschnitt 2.3.2 (Grafik 2-3) allgemein beschriebene Normkostenmodell für den Verkehrsbereich konkretisiert werden.

Wenn vom Blickwinkel „Strasseninfrastruktur“ ausgegangen wird, ergibt sich das in Grafik 5-3 wiedergegebene Bild. Die quantitativen Werte für die verschiedenen Parameter des Mengen- und Wertgerüsts sind in den **Anhängen A und B**, jeweils Kapitel 4, zusammengefasst.

Die statische (bestehende Siedlung) und dynamischen Optik (neue Siedlung) führen bei der Strasseninfrastruktur zu folgenden Unterschieden in den Infrastrukturkosten:

- Bei den **Durchschnittskosten** bestehender Siedlungen (bestehende Strasseninfrastruktur) ergibt sich ein zentraler Unterschied zu einer dynamischen Sichtweise. Dieser liegt bei der Bestimmung der Kapitalkosten für die bestehende Strasseninfrastruktur. Anders als in den Infrastrukturbereichen Abwasserentsorgung und Wasserversorgung wird hier nicht von Wiederbeschaffungswerten ausgegangen. Die Berechnungen gehen vielmehr von der Methodik der schweizerischen Strassenrechnung aus, in welcher die bestehende Strasseninfrastruktur zu historischen Anschaffungs- und nicht zu Wiederbeschaffungswerten eingesetzt wird. In Abschnitt 1.1 von Anhang B wird ausführlich begründet, warum sich diese Sichtweise aufdrängt.

Grafik 5-3: Normkostenmodell Strasseninfrastruktur



- Auch bei der Betrachtung der **Grenzkosten** neuer Siedlungen ergibt sich ein wichtiger Unterschied zu den Berechnungen in den Infrastrukturbereichen Abwasserentsorgung und Wasserversorgung. Hier kann nicht berücksichtigt werden, dass der durch die neue Besiedelung ausgelöste Mehrverkehr das bestehende Strassennetz an seine Kapazitätsgrenzen führen und einen Ausbau von Teilen des Strassennetzes bedingen kann. In diesem Fall wären die Kosten für diese Kapazitätserweiterungen ebenfalls zu berücksichtigen. Implizit gehen wir im Infrastrukturbereich Strassenverkehr somit davon aus, dass sich trotz der Siedlungserweiterung keine Kapazitätsengpässe ergeben. Diese Annahme hat zur Folge, dass sich die kurz- und langfristigen Grenzkosten im Infrastrukturbereich Strassenverkehr nicht unterscheiden (vgl. auch Grafik 5-4). Gegenüber den Durchschnittskosten bestehender Siedlungen ergibt sich ein gewichtiger Unterschied bei den Kapitalkosten: Hier fließen die aktuellen Bereitstellungskosten für Strasseninfrastrukturanlagen ein.

In Tabelle 5-4 ist zusammengefasst, welche Kostenbestandteile in die Berechnung der Durchschnitts- und Grenzkosten einfließen.

**Tabelle 5-4: Durchschnitts- versus langfristige Grenzkosten**

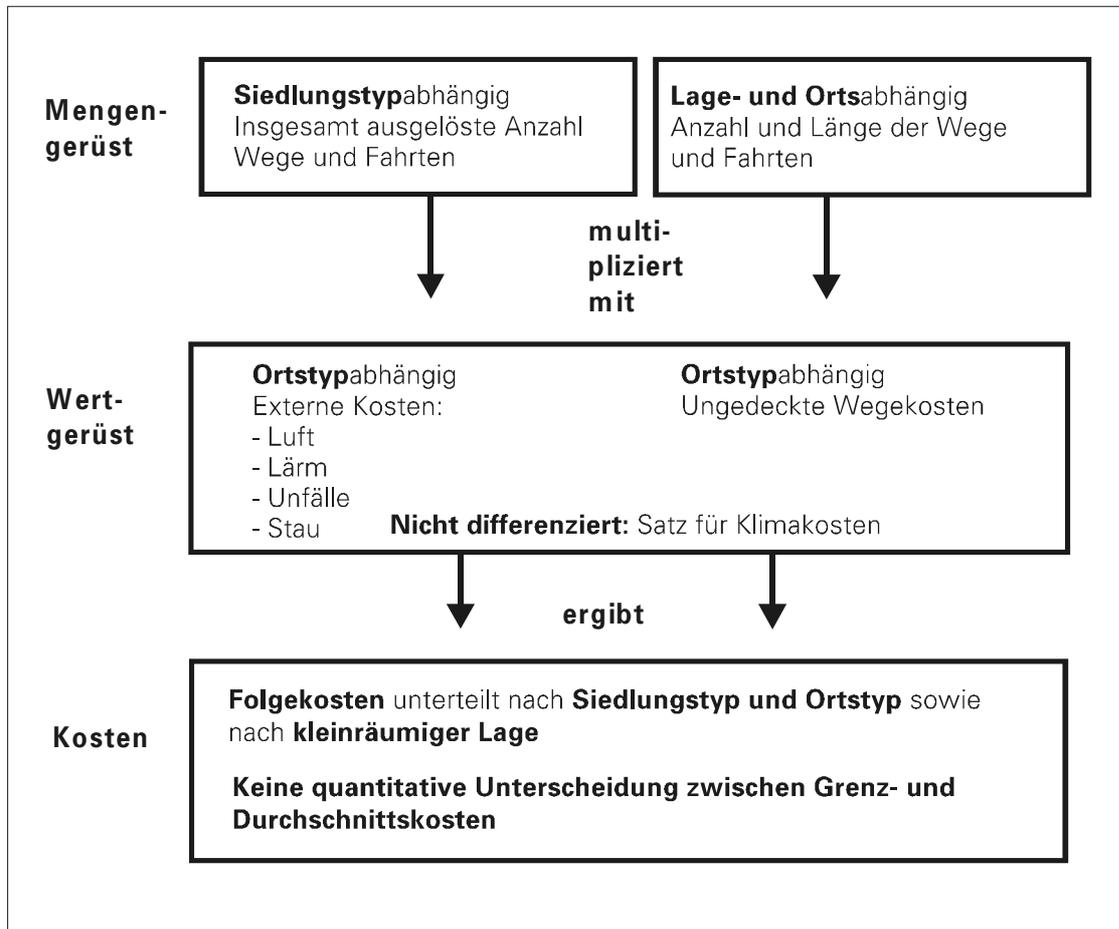
	Durchschnitts- kosten beste- hende Siedlung	kurz-/langfristige Grenzkosten	
		"Auffüllen"	"Neuer- schliessung"
<b>Investitionen</b>			
<b>Innere Erschliessung</b>			
- Hausanschlüsse (Vorplätze)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Quartiererschliessungsstrasse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Abstellplätze (Parkplätze, EH)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Beleuchtung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Äussere Erschliessung</b>			
- Anteil an Groberschliessung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Betrieb / Unterhalt</b>			
<b>Innere Erschliessung</b>			
- Hausanschlüsse (Vorplätze)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Quartiererschliessungsstrasse	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Abstellplätze (Parkplätze, EH)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Beleuchtung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Äussere Erschliessung</b>			
- Anteil an Groberschliessung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Legende:  volle Kosten relevant  
 über Durchschnittskosten, da Wiederbeschaffungswert (Landkosten)  
 kleiner Teil der Kosten relevant (max. 20% der Durchschnittskosten)

Die zusätzlichen Strassenunterhaltskosten sind im Fall „Auffüllen“ sehr gering. Ins Gewicht fallen in erster Linie die wegen der zusätzlichen Benützung etwas häufigeren baulichen Unterhaltsarbeiten. Diese machen gemäss Schweizerischer Strassenrechnung aber nur rund 15% der gesamten Unterhaltskosten aus. Ein grosser Teil des betrieblichen Unterhalts (z.B. Reinigung) ist mehr oder weniger unabhängig von der Verkehrsmenge. Der durch die neue Siedlung induzierte Verkehr verursacht praktisch keinen zusätzlichen betrieblichen Unterhalt.

Beim Blickwinkel „**Personenverkehr**“ ergibt sich das in Grafik 5-5 konkretisierte Normkostenmodell.

Im Bereich Personenverkehr sind für verschiedene der in Grafik 5-5 aufgeführten Einflussgrössen nicht genügend detaillierte und differenzierte quantitative Angaben verfügbar. Entsprechend kann das Normkostenmodell nicht gleichermassen angewandt werden wie in den übrigen Infrastrukturbereichen. Insbesondere fehlen empirisch abgestützte Zahlen bezüglich der Verkehrsmittelwahl und Fahrtenlänge nach Siedlungstypen.

**Grafik 5-5: Normkostenmodell Personenverkehr**

Ausgehend von den in den Anhängen A und B zusammengefassten Angaben zum Mengen- und Wertgerüst wird deshalb nur eine sehr grobe Abschätzung dieser Folgekosten vorgenommen.

## 5.3 Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen: Strasseninfrastruktur

### 5.3.1 Durchschnittskosten bestehender Siedlungen

Die Ergebnisse der Anwendung des Normkostenmodells für die Durchschnittskosten von bestehenden Siedlungen sind in Tabelle 5-6 wiedergegeben. Die letzte Spalte zeigt einen plausiblen Durchschnittswert für den gesamten Ortstyp. Die unterstellte Gewichtung der einzelnen Siedlungstypen ist in Abschnitt 1.2 von Anhang A beschrieben. Sie hängt vom Anteil dieses Siedlungstyps an der gesamten Besiedelung ab.

**Tabelle 5-6: Durchschnittliche für die Strasseninfrastruktur zur Erschliessung bestehender Siedlungen, in CHF / EinwohnerIn**

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		Stadt					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	410	215	326	331	206	279.3
	Kosten Betrieb / Unterhalt	501	267	62	46	23	58.7
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	3'362	160	74	55	13	67.7
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3'008	179	82	61	15	72.0
Total		7'280	822	543	493	257	477.6

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		Agglo					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	410	215	326	331	206	283.9
	Kosten Betrieb / Unterhalt	501	267	62	46	23	85.3
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	3'093	148	68	50	12	106.8
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'256	161	74	55	13	99.9
Total		6'259	791	529	483	254	575.9

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		RegZen					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	410	215	326	331	206	297.3
	Kosten Betrieb / Unterhalt	501	267	62	46	23	121.4
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	2'824	135	62	46	11	118.5
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'256	144	66	49	12	114.9
Total		5'990	761	515	472	252	652.1

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		RandGem					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	410	215	326	331	206	294.8
	Kosten Betrieb / Unterhalt	501	267	62	46	23	207.4
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'681	80	37	27	7	299.3
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'880	108	49	37	9	345.4
Total		4'471	670	473	441	244	1'147.0

\* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

### Kommentar:

- Die Ergebnisse zeigen sehr deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen **Siedlungstypen**. Die Unterschiede entsprechen den Erwartungen:
  - Mit abnehmender Dichte steigen die Infrastrukturkosten pro Kopf. Die verdichteten Bauweisen (ab S3) verursachen deutlich weniger Strasseninfrastrukturkosten pro Kopf als die wenig verdichtete Einfamilienhaussiedlung (S2).<sup>(4)</sup>

4 Das günstige Abschneiden von S2 bei der inneren Erschliessung ist darauf zurückzuführen, dass bei den Abstellplätzen oberirdische Parkplätze und nicht wie bei den Siedlungstypen S3 bis S5 teurere Einstellhal-

- Der „Ausreisser“, das Einzelgebäude gemäss Siedlungstyp 1, verursacht enorm hohe Infrastrukturkosten pro Kopf, weil die Kosten der Erschliessung auf sehr wenig Personen verteilt werden.  
Die hohen Kosten ergeben sich insbesondere darum, weil im Normkostenmodell den Siedlungstypen ein Anteil der Groberschliessungsstrasse angerechnet wird. Im Falle des Siedlungstypen 1 ist diese Anlastung sehr problematisch, da die Groberschliessungsstrasse auch anderen Zwecken als der Erschliessung der Gebäude der Streusiedlung dienen dürfte (z.B. dem Freizeitverkehr). Der ausgewiesene Wert überschätzt daher die dem Siedlungstyp anrechenbaren Kosten bzw. stellt eine klare Obergrenze dar. Dies ändert allerdings nichts an der grundsätzlichen Aussage von Tabelle 5-6, dass die Strasseninfrastrukturkosten pro Kopf für die Erschliessung von Streusiedlungen sehr viel höher sind als für andere Besiedlungsformen.
  - Der Zahlenvergleich zwischen einer Besiedlung mit alleinstehenden Einfamilienhäusern (S2) und einer Reiheneinfamilienhaussiedlung (S3) macht deutlich, dass sich bereits hier klare Unterschiede bei den Infrastrukturkosten pro Kopf ergeben. Dieser Unterschied bleibt auch bestehen, wenn auf die Infrastrukturkosten pro bereitgestellte Wohneinheit abgestellt wird.
- Wird nach **Ortstypen** unterschieden, wird deutlich, dass die Kosten in jenem Ortstyp am tiefsten sind, wo der Verdichtungsgrad am höchsten ist (Stadt). Der Kostenvorteil des Ortstyps Agglomeration gegenüber dem Ortstyp Regionalzentrum ist auf den günstigeren Siedlungsmix in der Agglomeration zurückzuführen (weniger S1, mehr S5). Ein Teil dieses „Vorteils“ wird durch teilweise höheren Normkostensätze für den Ortstyp Agglomeration kompensiert.  
Angesichts des hohen Anteils von Siedlungstyp 1 überrascht nicht, dass die Strasseninfrastrukturkosten pro Kopf für die Randgemeinde am höchsten sind. Der ungünstige Siedlungsmix überlagert hier die vergleichsweise tiefen Normkostensätze deutlich.  
Bei der Interpretation der Werte sind zwei wichtige Punkte im Auge zu behalten:
- Die ausgewiesenen Kosten beziehen sich nur auf die Strasseninfrastruktur welche der Erschliessung der Quartiere dient. Die Durchgangsstrassen und die Strassen in Industriegebieten sind nicht enthalten. Entsprechend ergeben sich aus einer Multiplikation der pro Kopf-Werte mit der Bevölkerungszahl nicht die gesamten Strasseninfrastrukturkosten der entsprechenden Gemeinde.
  - Der Ortstyp Randgemeinde schneidet zu schlecht ab. Der Grund liegt in der oben diskutierten problematischen Kostenanlastung beim Siedlungstyp 1. Da der Anteil dieses Streusiedlungstyps in der ländlichen Randgemeinde hoch ist, überträgt sich die beschriebene Überschätzung der anrechenbaren Kosten vom Siedlungs- auf den Ortstyp.
- Bei allen Siedlungstypen fallen die vergleichsweise hohen **Kapitalkosten für die innere Erschliessung** auf. Diese sind auf den Einbezug der Abstellplätze zurückzuführen.

---

lenplätze unterstellt wurden. Werden bei S2 auch Einstellhallenplätze angenommen, steigen die Kosten pro Kopf auf fast 500 CHF, also über jene von S3 bis S5.

- Schliesslich ist bei der äusseren Erschliessung das Verhältnis von Kapitalkosten und **Unterhaltskosten** zu beachten. Bei den unterstellten Normkosten verursacht der Unterhalt der bestehenden Groberschliessungsstrassen höhere Kosten, als die Abschreibung und die Verzinsung des eingesetzten Kapitals.

### 5.3.2 Langfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung

Welche zusätzlichen Strasseninfrastrukturkosten fallen bei einer Siedlungserweiterung an? Diese Fragestellung steht bei den langfristige Grenzkosten von Siedlungserweiterungen im Vordergrund.

In Tabelle 5-7 sind die Ergebnisse der Berechnungen mit dem Normkostenmodell für den Fall „neue Siedlungen“ wiedergegeben. Bei diesem wird unterstellt, dass die Siedlungserweiterung auch eine anteilmässige Erweiterung der Groberschliessungsstrasse (vgl. dazu Abschnitt 1.2 in Anhang A) notwendig macht und dass die innere Erschliessung vollständig neu erstellt werden muss.

Die Ergebnisse in Tabelle 5-7 zeigen folgendes:

- Die Ergebnisse fallen in ihrer Struktur generell ähnlich aus wie jene in Tabelle 5-6 für die Durchschnittskosten bestehender Siedlungen. Die ausgewiesenen Kosten liegen bei allen Siedlungs- und Ortstypen etwas höher. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei der Herleitung der Kapitalkosten von aktuellen Investitionskosten ausgegangen wurde. Bei den Durchschnittskosten für bestehende Siedlungen wurde auf die Werte aus der schweizerischen Strassenrechnung abgestellt. In dieser sind für die Ermittlung der Kapitalkosten der bestehenden Strasseninfrastruktur nicht Wiederbeschaffungs- sondern Anschaffungswerte ausschlaggebend.<sup>(5)</sup>  
Wegen diesem Unterschied wird in Tabelle 5-7 zum Beispiel eine höhere Kostendifferenz zwischen einer Siedlung mit freistehenden Einfamilienhäusern und einer solchen mit Reiheneinfamilienhäusern ausgewiesen: Für die Erschliessung der Einfamilienhäuser braucht es bedeutend mehr nunmehr „teurere“ Laufmeter Strasse.
- In den anderen Infrastrukturbereichen sind die Grenzkosten tiefer als die Durchschnittskosten, hier sind sie höher. Dieser Unterschied ist darauf zurückzuführen, dass bei der Strasseninfrastruktur das übergeordnete Strassennetz nicht in die Analyse integriert werden konnte. Somit konnten sich auch keine Kostenreduktionen bei den Grenzkosten einer Siedlungserweiterung gegenüber den Durchschnittskosten bestehender Siedlungen einstellen. Solche ergeben sich in den anderen Infrastrukturbereichen, weil die neuen Siedlungen die bereits bestehende Infrastruktur zu geringen Kosten mitbenutzen können.

---

5 In Abschnitt 1.1 von Anhang B wird ausführlicher dargestellt, warum wir bei der bestehenden Infrastruktur Angaben aus der Strassenrechnungen beigezogen haben.

**Tabelle 5-7: Langfristige Grenzerschliessungskosten für die Strasseninfrastruktur bei einer neuen Siedlungen, in CHF / EinwohnerIn**

<b>Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF pro EinwohnerIn</b>		<b>Stadt</b>				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	667	353	334	338	217
	Kosten Betrieb / Unterhalt	501	267	62	46	23
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	6'319	323	148	111	26
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3'538	211	97	72	17
	Total	11'025	1'154	640	567	284
Landkosten	Kapitalkosten	8'754	1'581	515	380	105

<b>Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF pro EinwohnerIn</b>		<b>Agglo</b>				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	667	353	334	338	217
	Kosten Betrieb / Unterhalt	501	267	62	46	23
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	5'867	345	158	118	28
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'654	190	87	65	15
	Total	9'689	1'155	640	567	284
Landkosten	Kapitalkosten	6'809	1'229	401	296	82

<b>Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF pro EinwohnerIn</b>		<b>RegZen</b>				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	667	353	334	338	217
	Kosten Betrieb / Unterhalt	501	267	62	46	23
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	4'940	275	126	94	22
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'654	169	77	58	14
	Total	8'762	1'064	599	536	276
Landkosten	Kapitalkosten	4'863	878	286	211	59

<b>Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF pro EinwohnerIn</b>		<b>RandGem</b>				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	667	353	334	338	217
	Kosten Betrieb / Unterhalt	501	267	62	46	23
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	3'444	201	92	69	16
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'212	127	58	43	10
	Total	6'824	948	545	496	267
Landkosten	Kapitalkosten	2'918	527	172	127	35

- Obwohl bei dieser Berechnungsweise die Kapitalkosten höher als die Unterhaltskosten sind, weisen auch die Ergebnisse in Tabelle 5-7 darauf hin, dass bei einer Siedlungserweiterung, welche einen gewissen Ausbau des Strassennetzes zur Erschliessung

der neuen Siedlung notwendig macht, nicht nur die anfallenden Investitionskosten sondern auch die späteren Unterhaltskosten stark ins Gewicht fallen und beim Entscheid über die Siedlungserweiterung entsprechend berücksichtigt werden sollten.

- Angesichts der höheren Normkostensätze in den Ortstypen Stadt und Agglomeration überrascht nicht, dass die Siedlungserweiterung in diesen Ortstypen für die jeweils gleichen Siedlungstypen zu höheren Infrastrukturkosten führen als in den Ortstypen Regionalzentrum und Randgemeinde.
- In Tabelle 5-7 werden auch die Kapitalkosten für das durch die neue Strasseninfrastruktur beanspruchte Land ausgewiesen. Da die relevanten Landpreise praktisch nur im konkreten Einzelfall angegeben werden können, sind die Werte ausdrücklich als plausible Grössenordnungen aufzufassen. Ausgangspunkt für die Berechnung sind durchschnittliche Baulandpreise in den vier Ortstypen. Weiter wird bei der Berechnung im Normkostenmodell berücksichtigt, dass in den meisten Fällen von Strassenerweiterungen und -neubauten für das beanspruchte Land ein Preis bezahlt werden muss, welcher unter dem Preis für das an die Strasse angrenzende Bauland zu liegen kommt.<sup>(6)</sup>

Trotz des illustrativen Charakters der ausgewiesenen Landkosten wird aus Tabelle 5-7 deutlich, wie stark die Landkosten ins Gewicht fallen. Aufgrund des vergleichsweise hohen Landbedarfs sind sie bei den Siedlungstypen S1 und S2 besonders hoch. Bei den getroffenen Annahmen übersteigen sie im Falle einer neuen Einfamilienhaussiedlung im Ortstyp Stadt gar die übrigen Infrastrukturkosten.

Den Ergebnisse von Tabelle 5-7 liegt der „Standardfall“ einer Siedlungserweiterung zu Grunde.<sup>(7)</sup> In Grafik 5-8 ist dieser Standardfall durch die schwarze 100%-Linie ausgedrückt. Grafik 5-8 zeigt nun, wie sich die Strasseninfrastrukturkosten verändern, wenn die Siedlungserweiterung von diesem Fall abweicht und stärker verdichtet oder dispers erfolgt:

- Wie bei den übrigen Infrastrukturbereichen wird im einen Fall unterstellt, dass keine neue Groberschliessung erstellt werden muss und dass auch die Quartiererschliessung bereits vorhanden ist. Die Siedlungserweiterung erfolgt in Form eines „Auffüllens“ bestehender Quartiere.
- Im zweiten Fall erfolgt die Siedlungserweiterung abseits der bestehenden Groberschliessung. Es muss zusätzlich zum Standardfall eine Zuleitung (Groberschliessungsstrasse) von 200 Metern gebaut werden.

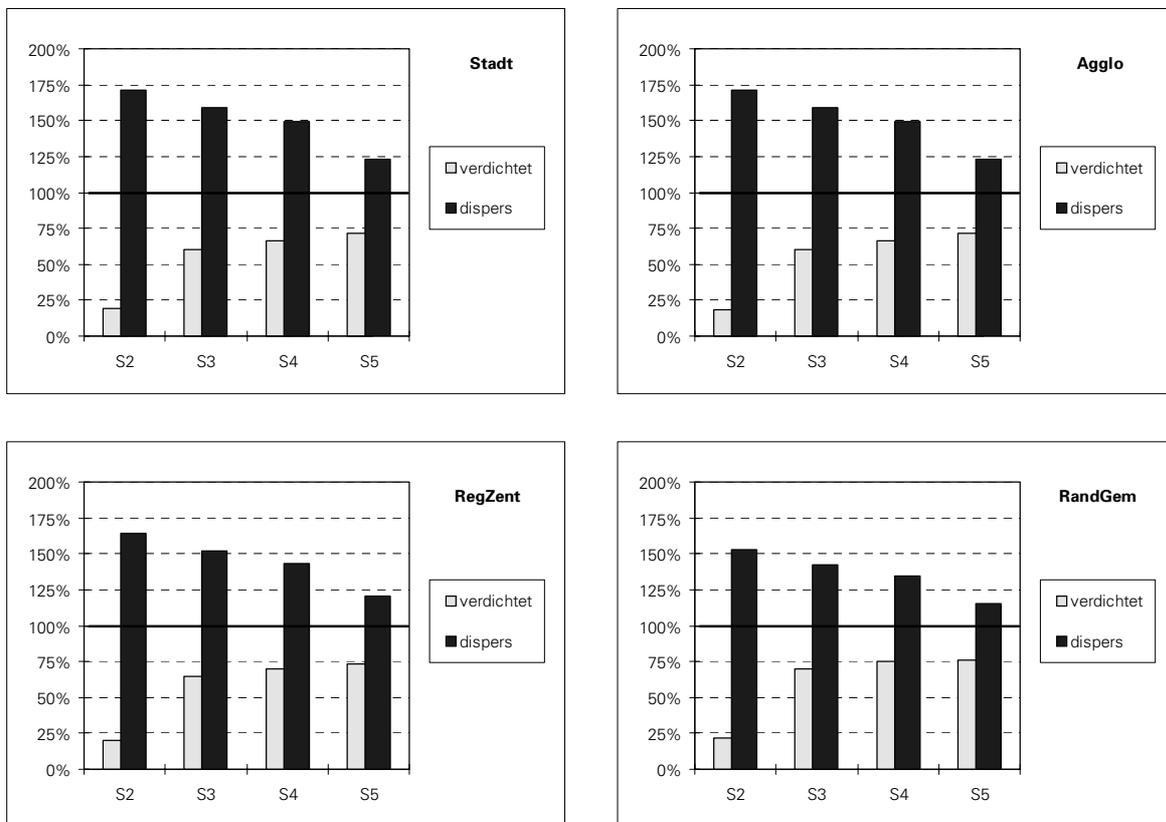
Der Siedlungstyp S1 ist nicht aufgeführt, da mit ihm naturgemäss keine verdichtete Siedlungserweiterung vorgenommen werden kann.

---

6 Die unterstellten Baulandpreise und die vorgenommene Anpassung sind in Abschnitt 1.1 von Anhang B wiedergegeben.

7 Standardfall bedeutet, dass vom gleichen Mengengerüst (gleiche Strassenlängen, Anzahl Parkplätze etc.) wie in den Tabellen 5-6 und 5-7 ausgegangen wird.

**Grafik 5-8: Mehr- und Minderkosten von verdichteten und dispersen Siedlungserweiterungen, Kosten in % des Standardfalls (ohne Landkosten)**



### Kommentar:

- Die Kostenunterschiede sind sehr hoch. Bei allen untersuchten Siedlungstypen lassen sich erwartungsgemäss Reduktionen bei den Infrastrukturkosten erreichen, wenn die Siedlungserweiterung ohne einen Ausbau der Grob- und der Quartierserschliessung erfolgen kann. Wie bereits mehrfach erwähnt, wird beim Fall „verdichtet“ unterstellt, dass die Kapazität der bestehenden Strasseninfrastruktur ausreicht, um das durch die Siedlungserweiterung anfallende zusätzliche Verkehrsvolumen aufzunehmen.
- Es überrascht auch nicht, dass dieses Einsparpotential bei der Einfamilienhaussiedlung am grössten ist, weist diese doch von den vier untersuchten Siedlungstypen den geringsten Verdichtungsgrad auf und damit das grösste Verdichtungspotential auf.
- Die Ergebnisse in Grafik 5-8 machen aber auch deutlich, wie stark die Strasseninfrastrukturkosten (inkl. Unterhalt) steigen, wenn die Siedlungserweiterung nicht in unmittelbarer Nähe einer bestehenden Groberschliessungsstrasse erfolgt. Gegenüber dem „Standardfall“ fallen Mehrkosten im Ausmass von 25 bis maximal fast 75% an.
- Schliesslich ist darauf hinzuweisen, dass in Grafik 5-8 die Landkosten nicht enthalten sind. Werden diese auch berücksichtigt, schneidet die verdichtete Siedlungserweiterung noch einmal deutlich besser ab.

Wie bereits in Abschnitt 5.2 erwähnt, unterscheiden sich im Falle der Strasseninfrastruktur die lang- und kurzfristigen Grenzkosten nicht, da Kapazitätserweiterungen im übergeordneten Netz nicht abgebildet werden können. Deshalb entfällt hier die Diskussion der Unterschiede der beiden Sichtweisen.

### 5.3.3 Sensitivitäten

Im Mengen- und im Wertgerüst in den Anhängen A und B bestehen auch im Infrastrukturbereich Strassenverkehr zahlreiche Unsicherheiten, welche spürbaren Einfluss auf die hier ausgewiesenen Ergebnisse haben.

Eine zentrale Sensitivität ist in Grafik 5-8 wiedergegeben: Die unterstellten Längen bei der Quartier- und beim anrechenbaren Anteil an der Groberschliessung entscheiden naturgemäss über die Höhe der Infrastrukturkosten. Grafik 5-8 zeigt dies in aller Deutlichkeit.

Auf der Seite der Normkostensätze haben vor allem folgende Parameter grossen Einfluss auf die Modellergebnisse:

- An erster Stelle sind die Strassenunterhaltskosten zu nennen. Wie die Ausführungen in Anhang B zeigen, ergeben sich hier einerseits sehr grosse Unterschiede zwischen den Ortstypen. Andererseits ist aber auch innerhalb eines Ortes mit einer erheblichen Streuung zu rechnen. Entscheidend dafür sind das Verkehrsaufkommen auf der betrachteten Strasse und der Anteil schwerer Fahrzeuge (Lastwagen, aber insbesondere auch Busse des öffentlichen Verkehrs) an der gesamten Verkehrsmenge. Wird etwa im Ortstyp Stadtnicht vom Ausgangswert von 50 CHF / Laufmeter sondern von 100 CHF / Laufmeter ausgegangen, erhöhen sich die Infrastrukturkosten um über 15%. Die Stadt ist dann nur noch ganz knapp der insgesamt kostengünstigste Siedlungstyp.
- Ebenfalls grosse Abweichungen gegenüber den hier ausgewiesenen Ergebnissen ergeben sich bei Variationen der eingesetzten Landkosten.
- Bei den Infrastrukturkosten der inneren Erschliessung ist die Annahme bezüglich der Abstellplätze (oberirdisch, Einstellhalle) sehr sensitiv.

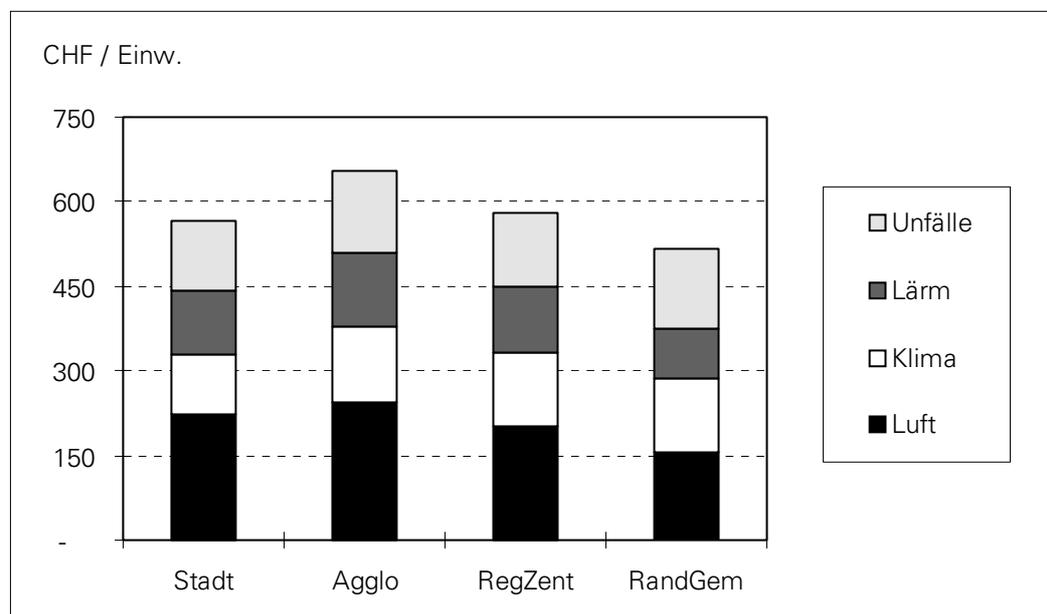
## 5.4 Folgekosten des Personenverkehrs

Mit dem verfügbaren Mengen- und Wertgerüst der Anhänge A und B lassen sich die externen Kosten sowie die ungedeckten Wegekosten des Personenverkehrsaufkommens, welches durch die EinwohnerInnen unserer Siedlungen ausgelöst wird, nur sehr grob abschätzen. Die in den folgenden Grafiken wiedergegebenen Zahlen sind angesichts der zahlreichen Unsicherheiten aber auch der grossen Bandbreite der Werte sowohl im Mengen- wie auch im Wertgerüst ausdrücklich als Grössenordnungen zu verstehen.

In einem ersten Schritt sind ausgehend vom durchschnittlichen Verkehrsverhalten von Personen aus den vier in dieser Untersuchung unterschiedenen Ortstypen sowie den externen Kostensätzen nach Verkehrsmitteln und Orts- bzw. Raumtyp<sup>(8)</sup> die in den Grafiken 5-9 und 5-10 dargestellten Werte für den MIV und für den ÖV berechnet worden.

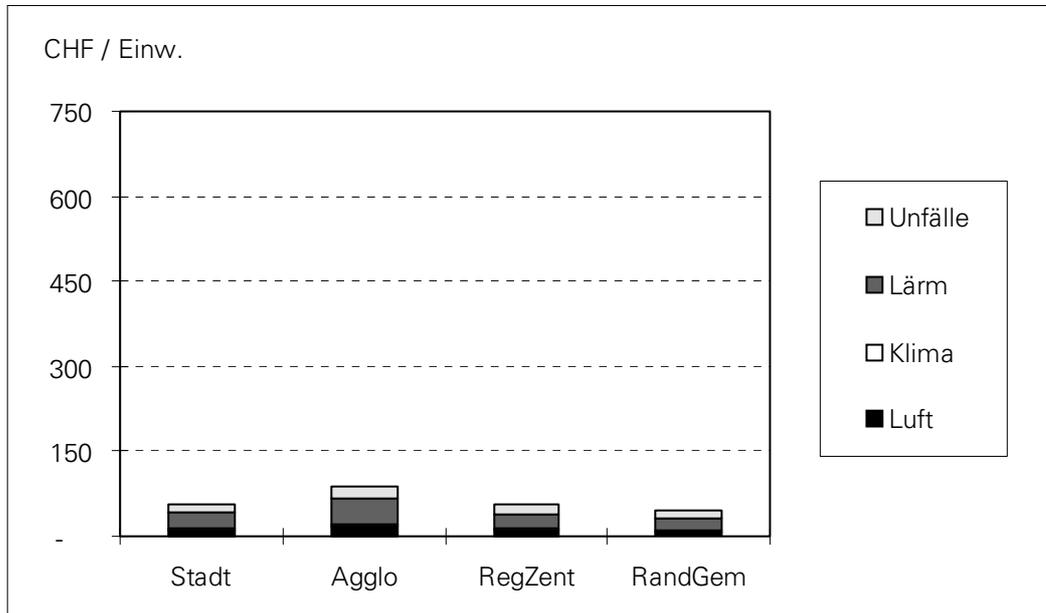
Die Grobschätzungen zeigen die durchschnittlichen jährlichen externen Kosten, welche durch die MIV- und ÖV-Fahrten von Personen mit Wohnort in unseren vier Ortstypen verursacht werden. Es sind also nicht die *in* den Ortstypen anfallenden externen Kosten. Vielmehr bezieht sich die Unterscheidung nach Ortstyp auf die Herkunft bzw. den Wohnort der Person, welche die externen Kosten durch ihre Fahrten verursacht.

**Grafik 5-9: Externe Folgekosten von MIV-Fahrten von EinwohnerInnen unterschiedlicher Ortstypen pro Jahr, in CHF / EinwohnerIn**



8 Bei der Bestimmung der externen Kostensätze haben wir für den Ortstyp Randgemeinde den Satz für den ländlichen Raum verwendet.

**Grafik 5-10: Externe Folgekosten von ÖV-Fahrten von EinwohnerInnen unterschiedlicher Ortstypen pro Jahr, in CHF / EinwohnerIn**



**Kommentar:**

- Bei der Unterscheidung nach Verkehrsmitteln zeigen sich die erwarteten Unterschiede: Die MIV-Fahrten verursachen deutlich höhere externen Umwelt- und Unfallfolgekosten als die Fahrten mit öffentlichen Verkehrsmitteln. Diese tieferen Kosten sind auf zwei Faktoren zurückzuführen:
  - Einmal sind die externen Kostensätze pro Personenkilometer im ÖV deutlich tiefer als im MIV (vgl. dazu Tabelle B5-1 in Anhang B).
  - Zum andern sind die pro Person zurückgelegten Distanzen im MIV deutlich höher als im ÖV (vgl. dazu Tabelle A5-3 in Anhang A).
- Bei den durch MIV-Fahrten verursachten externen Kosten zeigen sich folgende Unterschiede zwischen den Ortstypen:
  - Die externen Kosten pro EinwohnerIn und Jahr sind im Ortstyp Agglomeration am höchsten. Dies liegt daran, dass EinwohnerInnen von Agglomerationen vergleichsweise lange MIV-Distanzen zurücklegen und dass ein bedeutsamer Teil dieser Distanzen auf Stadt- und Agglomerationsgebiet fällt. Hier sind die externen Kostensätze pro Fahrzeugkilometer höher als in den beiden anderen Ortstypen.
  - Der tiefere Wert für die Stadtbevölkerung ist auf den aus ökologischer Sicht günstigeren Modal Split zurückzuführen: Städterinnen und Städter sind im Durchschnitt häufiger mit dem ÖV, per Fahrrad oder zu Fuss unterwegs als Personen aus den anderen drei Ortstypen.
  - Gerade umgekehrt sieht es für die Randgemeinde aus: Hier ist der MIV-Anteil hoch. Die Kosten pro Kopf sind dennoch tiefer als in der Stadt weil im ländlichen Raum nur vergleichsweise geringe externe Kosten pro gefahrenen MIV-Kilometer anfallen.

- Die geringen externen Kosten des ÖV führen zu den unbedeutenden Unterschieden zwischen den Ortstypen.

Mit den Werten von Grafik 5-10 kann eine erste Vorstellung der Bedeutung dieser Folgekosten verglichen mit den übrigen berechneten Infrastrukturkosten gewonnen werden. Dieser Vergleich zeigt, dass die externen Kosten hoch sind, dass sie z.B. in der gleichen Grössenordnung liegen wie die Kosten der Strasseninfrastruktur zur Erschliessung der betrachteten Siedlungen.

Angesichts der absoluten Höhe der externen Kosten MIV kann ein erster Schluss gezogen werden: Wenn zwischen den fünf in dieser Untersuchung unterschiedenen Siedlungstypen deutliche Unterschiede im Verkehrsverhalten der jeweiligen EinwohnerInnen bestehen, dann ergeben sich auch spürbare siedlungstypbedingte Unterschiede bei den verursachten externen Kosten.

In Anhang A haben wir ausgeführt, dass es im Rahmen dieser Grobschätzung nicht möglich war, empirisch abgestützte Unterschiede im Verkehrsverhalten zwischen Personen aus unseren fünf Siedlungstypen herauszuarbeiten. An dieser Stelle kann deshalb nur eine hypothetische Potenzialabschätzung vorgenommen werden: Welche Kostenunterschiede ergeben sich, wenn von bestimmten, plausiblen Unterschieden beim Verkehrsverhalten ausgegangen wird? Ausgangspunkt für die grobe Abschätzung sind folgende Überlegungen:

- **Erschliessung mit ÖV:** Die Siedlungstypen 3 bis 5 lassen sich grundsätzlich besser mit öffentlichen Verkehrsmitteln erschliessen als die Einfamilienhaus- und insbesondere als die Streusiedlung (S2 und S1). Die verdichteten Siedlungstypen erreichen viel rascher die notwendige Mindestzahl von EinwohnerInnen, damit sich eine Erschliessung durch den öffentlichen Verkehr überhaupt rechtfertigt.<sup>9)</sup>

Die grössere Dichte ermöglicht zudem eine höhere Angebotsqualität in Form von kürzeren Abfahrtsfolgen, allenfalls mehreren Haltestellen und damit kurzen Anmarschwegen. Beide Faktoren erhöhen die Attraktivität der ÖV-Benützung, was sich positiv auf den Modal Split auswirkt.

- **Potential für den Langsamverkehr (LV):** Im Durchschnittsfall dürften die verdichteten Siedlungstypen an zentraleren Lagen gebaut sein, da hier der Bodenpreis einen starken Anreiz für verdichtete Bauweisen setzt. Diese Lage erhöht die Chance, dass zentralörtliche Einrichtungen innerhalb der zumutbaren LV-Distanz liegen.

Angesichts des Kundinnen- und Kundenpotenzials können verdichtete Siedlungen auch Auslöser für den Bau von nahe gelegenen Ver- und Entsorgungseinrichtungen und von Freizeitanlagen sein. Dies kann seinerseits zu einem höheren Anteil des LV-Verkehrs z.B. im Einkaufsverkehr führen.

- **Autoverfügbarkeit:** Obige Punkte tragen mit dazu bei, dass EinwohnerInnen von verdichteten Siedlungstypen insgesamt weniger auf die Verfügbarkeit eines Autos angewiesen sind. Der Motorisierungsgrad dürfte in den Siedlungstypen 1 und 2 im Durchschnitt höher sein als in den Siedlungstypen 3 bis 5. Auswertungen des Verkehrsver-

---

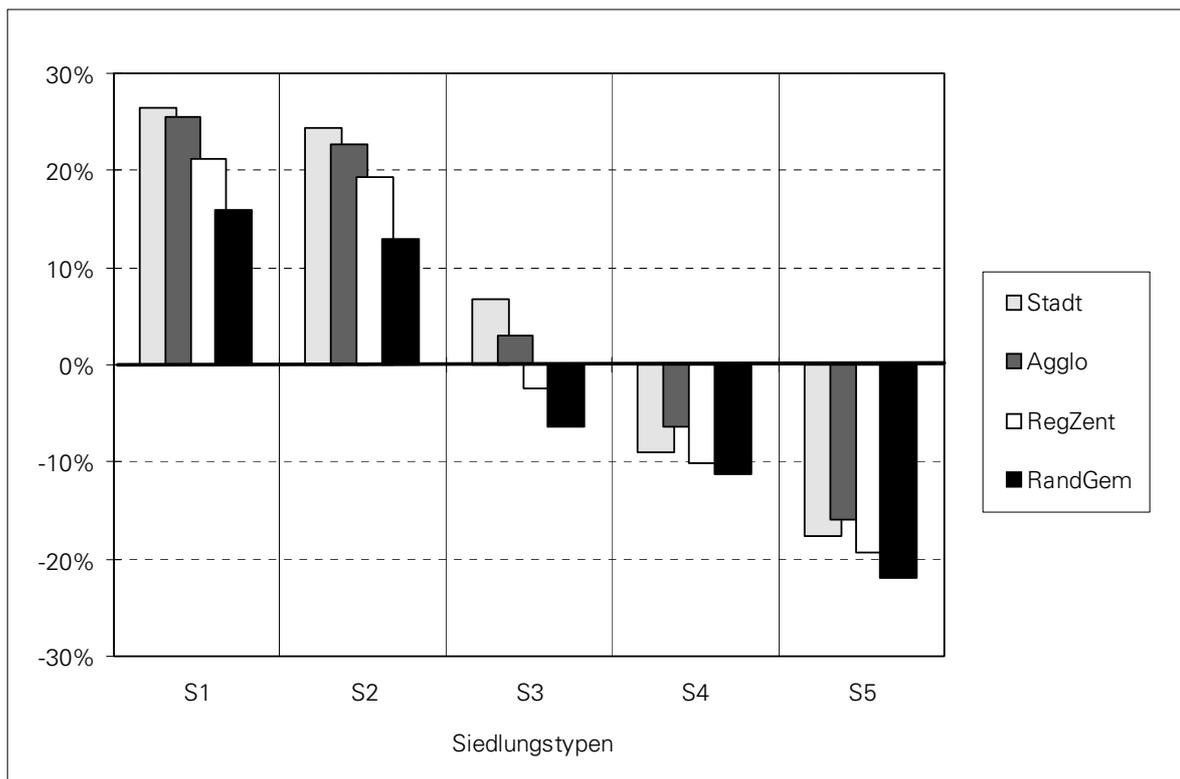
9 Im Kanton Bern beträgt diese Mindestzahl beispielsweise 300 EinwohnerInnen, im Berggebiet 200 EinwohnerInnen (vgl. Art. 3 Abs. 1 der Verordnung über das Angebot im öffentlichen Verkehr vom 10. September 1997).

haltens zeigen, dass die Autoverfügbarkeit einen starken Einfluss auf die täglich zurückgelegten MIV-, ÖV- und LV-Distanzen hat.<sup>(10)</sup>

Ausgehend von diesen Überlegungen haben wir im Modell zur Berechnung der externen Kosten des Personenverkehrs Anpassungen bei den mittleren Tagesdistanzen nach Verkehrsmittel vorgenommen. Bei den Siedlungstypen S1 und - in etwas geringerem Ausmass - S2 erfolgt eine „MIV-orientierte“ Anpassung. Bei den Siedlungstypen 3 und insbesondere 4 und 5 haben wir entsprechend die ÖV- und Langsamverkehrsdistanzen erhöht. Die Erhöhungen und Reduktionen liegen in der Grössenordnung von 10% bis maximal 30% vom Ausgangswert.<sup>(11)</sup>

In Grafik 5-11 sind die Ergebnisse dieser Grobschätzung dargestellt, und zwar in Form von Abweichungen in Prozenten von den durchschnittlichen Kosten nach Ortstyp gemäss den Grafiken 5-9 und 5-10.

**Grafik 5-11: Externe Folgekosten im Personenverkehr: Mehr- bzw. Minderkosten nach Siedlungstyp, Abweichung in % von den durchschnittlichen Kosten nach Ortstyp**



10 Die mittlere Tagesdistanz pro Person betrug 1994 41.4 km bei Personen mit einem PW und nur rund die Hälfte bei Personen ohne PW. Auch die mittlere ÖV-Distanz reagiert sensitiv: Sie beläuft sich bei Autoverfügbarkeit auf 4.8 km, im anderen Fall auf 8.1 km (vgl. BFS und Dienst GVF (1996), Verkehrsverhalten in der Schweiz 1994, S. 89).

11 Die Anpassungen wurden so vorgenommen, dass die mittleren Tagesdistanzen nach Verkehrsmittel und Ortstyp, welche den Grafiken 5-9 und 5-10 zu Grunde liegen, insgesamt möglichst konstant blieben. Diese Distanzen sind in Tabelle A5-3 von Anhang A wiedergegeben. Sie stammen aus dem Mikrozensus 1994.

**Kommentar:**

- Grafik 5-11 macht deutlich, dass die siedlungstypbedingten Unterschiede bei den externen Folgekosten des Personenverkehrs durchaus ins Gewicht fallen. Die Abweichungen gegenüber den durchschnittlichen Kosten des jeweiligen Ortstypen betragen +15 bis +25% im Falle des dispersen Siedlungstyps 1 und -15 bis -20% für die hoch verdichtete Siedlung (S5).
- Werden diese Abweichungen mit den in den Grafiken 5-9 und 5-10 dargestellten durchschnittlichen Kostensätzen multipliziert, ergeben sich im Falle der Streusiedlung Mehrkosten von 100 bis 160 CHF pro Jahr und EinwohnerIn. Die verdichtete Bauweise weist dagegen Minderkosten von 100 bis 120 CHF pro Jahr und EinwohnerIn auf.
- In unserer groben Abschätzung der siedlungstypbedingten Unterschiede bei den externen Folgekosten des Personenverkehrs schneidet auch die Einfamilienhaussiedlung (S2) ungünstig ab. EinwohnerInnen dieses Siedlungstyps verursachen im Durchschnitt höhere externe Kosten als Personen aus verdichteten Siedlungsformen.
- Das höchste absolute „Einsparpotential“ einer aus ökologischer Sicht günstigeren Siedlungsform weist der Ortstyp Agglomeration auf. An zweiter Stelle folgt der Ortstyp Stadt. Allein aus der Sicht der externen Kosten lohnt es sich insbesondere in diesen beiden Ortstypen, verdichtete Siedlungserweiterungen anzustreben.
- Bei der groben Abschätzung der Kostenunterschiede haben wir die kleinräumige Lage nicht explizit mitberücksichtigt. Unterstellt man zusätzlich, dass eine wenig verdichtete Einfamilienhaussiedlung noch abseits von ÖV-Haltestellen gelegen ist, wären höhere Mehrkosten zu veranschlagen.

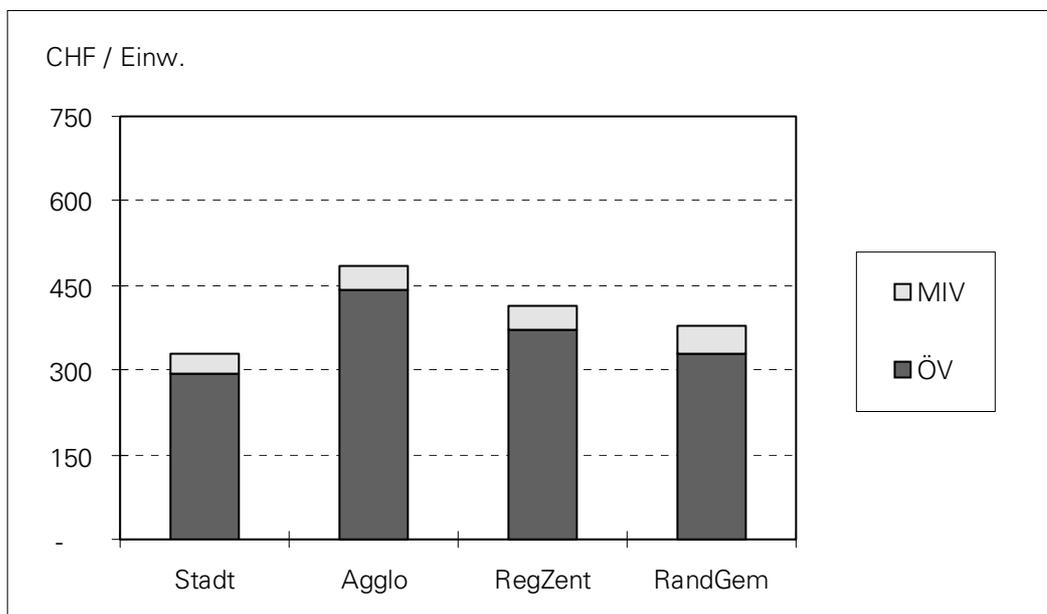
Die externen Kosten sind die eine Kategorie von Folgekosten im Personenverkehrsreich. Die andern sind die ungedeckten Wegekosten insbesondere des öffentlichen Verkehrs. Analog zu den Grafiken 5-9 und 5-10 zeigt Grafik 5-12 die Ausgangslage basierend auf dem in den Anhängen beschriebenen Mengen- und Wertgerüst.

In Grafik 5-12 sind zur Illustration auch die ungedeckte Wegekosten des MIV aufgeführt. Sie spielen in den folgenden Überlegungen keine Rolle mehr, da sie teilweise bereits in der Analyse in Kapitel 5.3 erfasst sind und gegenüber den ungedeckten ÖV-Wegekosten nur von untergeordneter Bedeutung sind.

Grafik 5-12 macht zwei Punkte deutlich:

- Diese Folgekosten liegen zwar etwas tiefer aber insgesamt in einer ähnlichen Größenordnung wie die oben diskutierten externen Unfallfolge- und Umweltkosten.
- Der Ortstyp Stadt als Herkunftsort einer Person schneidet in Grafik 5-12 vergleichsweise gut ab, weil der Kostendeckungsgrad von städtischen ÖV-Linie im Durchschnitt höher liegt als von Linien in den anderen Ortstypen.

**Grafik 5-12: Ungedeckte Wegekosten von ÖV und MIV-Fahrten von EinwohnerInnen unterschiedlicher Ortstypen pro Jahr, in CHF / EinwohnerIn**



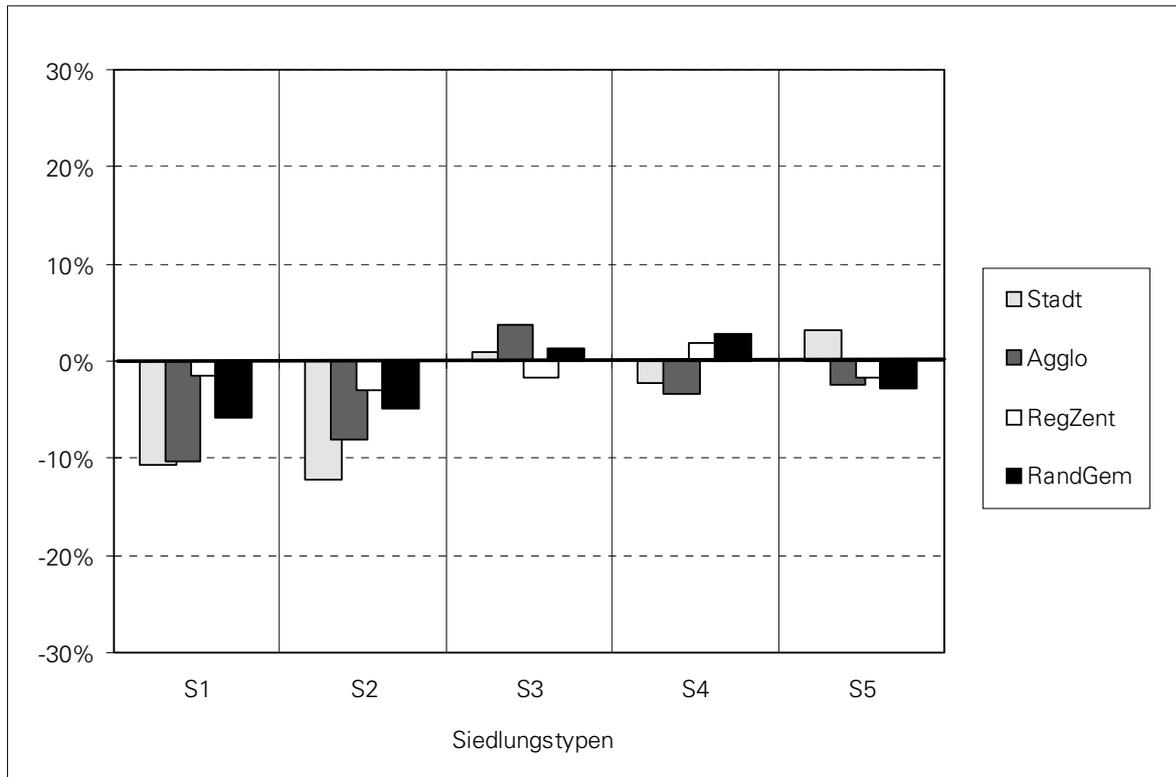
Wie bei den externen Kosten stellt sich die Frage, ob diese ungedeckten Kosten durch eine günstigere Siedlungsstruktur verändert werden könnten. Ausgangspunkt für die grobe Abschätzung ist die oben erwähnte Erkenntnis, dass sich verdichtete Siedlungen für eine ÖV-Erschliessung besser eignen. Im Durchschnitt werden Linien zu solchen Siedlungen einen besseren Kostendeckungsgrad aufweisen als ÖV-Linien zur Erschliessung von wenig verdichteten Siedlungsgebieten.

Um das Einsparpotenzial einer aus der Sicht der ungedeckten Wegekosten günstigeren Siedlungsstruktur in seiner Grössenordnung abzuschätzen, haben wir daher folgende Annahmen getroffen:

- Die ungedeckten Wegekosten des ÖV liegen bei den Siedlungstypen S1 und S2 um rund 10-15% (Bahn) resp. 15-20% (Bus, Tram) über den durchschnittlichen ungedeckten Wegekosten des entsprechenden Ortstyps gemäss Grafik 5-12.
- Bei den Siedlungstypen S4 und S5 gehen wir von der gegenteiligen Annahme aus: Die günstigeren Erschliessungsmöglichkeiten resultieren in einem um 10% bzw. 20% besseren Kostendeckungsgrad.
- S3 nimmt eine Mittelstellung ein.

Unter diesen Annahmen ergeben sich für die fünf Siedlungstypen die in Grafik 5-13 dargestellten Abweichungen in Prozenten von den durchschnittlichen Kosten nach Ortstyp gemäss Grafik 5-12.

**Grafik 5-13: Ungedekte Wegekosten im Personenverkehr: Mehr- bzw. Minderkosten nach Siedlungstyp, Abweichung in % von den durchschnittlichen Kosten nach Ortstyp**



#### Kommentar:

- Die siedlungstypspezifischen Kostenunterschiede sind deutlich geringer als bei den externen Kosten. Die Abweichungen liegen praktisch alle innerhalb einer Bandbreite von +/-10%. Da sowohl die Abweichungen als auch die absoluten Werte gemäss Grafik 5-12 tiefer sind als bei den externen Kosten, ergeben sich geringere Kostenunterschiede zwischen den Siedlungen: Die maximale Abweichung vom ortstypspezifischen Durchschnitt beläuft sich auf rund 50 CHF pro EinwohnerIn und Jahr. Bei den externen Kosten beträgt sie 160 CHF.
- Anders als bei den externen Kosten schneiden die wenig verdichteten Siedlungstypen S1 und S2 bei den ungedeckten Wegekosten besser ab. Dies liegt am „MIV-lastigen“ Modal Split bzw. am geringen ÖV-Anteil.
- Bei den verdichteten Siedlungstypen S4 und S5 sind die ungedeckten Wegekosten pro EinwohnerIn und Jahr im Vergleich zu S1 und S2 höher, obwohl wir hier für den ÖV einen besseren Kostendeckungsgrad pro Zugs- bzw. Fahrzeugkilometer unterstellt haben. Der positive Kosteneffekt wird hier durch die stärkere Benutzung des „defizitären“ ÖV mehr als wettgemacht.

Wie am Anfang dieses Abschnittes erwähnt, sind die hier durchgeführten Grobschätzungen mit einer Vielzahl von Unsicherheiten behaftet und es mussten zahlreiche empirisch nur sehr beschränkt abgestützte Annahmen getroffen werden.

Angesichts der Grössenordnungen der Ergebnisse scheint uns dennoch die Aussage zulässig, dass sich auch aus der Sicht der Folgekostenproblematik eine verdichtete Siedlungserweiterung lohnt: Die Summe aus externen Kosten und ungedeckten Wegekosten ist bei den verdichteten Siedlungstypen in allen Ortstypen tiefer als bei den wenig verdichteten Siedlungsformen.

## 5.5 Kostenträgerrechnung

Gemäss Strassenrechnung und gemäss den Ausführungen im vorangehenden Abschnitt deckt der motorisierte Individualverkehr insgesamt über 95% seiner Infrastrukturkosten. Allerdings liegen Berechnungen für die Zukunft vor, welche von einer Abnahme des Kostendeckungsgrades auf etwas mehr als 80% ausgehen.<sup>(12)</sup>

Insgesamt ist bei der **Strasseninfrastruktur** damit nur von einem kleinen, allerdings tendenziell zunehmenden externalisierten Kostenteil auszugehen. Da aus ökonomischer Sicht in erster Linie der externalisierte Kostenteil einen Handlungsbedarf begründet, müsste für die Strasseninfrastruktur eigentlich folgender Schluss gezogen werden: Die Zersiedelung verursacht zwar durchaus zusätzliche Strasseninfrastrukturkosten, diese werden aber grösstenteils von den Nutzniessenden bezahlt.

Aus zwei Gründen ist dieser Schluss unzutreffend:

- Das Steuer- und Abgabensystem im Strassenpersonenverkehr ist nicht derart ausgestaltet, dass die Nutzniessenden die bezogen auf unsere Fragestellung richtigen Preissignale erhalten. Die Mineralölsteuer als zentrale Finanzierungsabgabe hat keinen räumlichen Bezug zu Teilen des Strassenverkehrsnetzes. Dieser fehlende Bezug bewirkt, dass die Finanzierung der zersiedelungsbedingten Zusatzkosten nicht verursachergerecht erfolgt. Vielmehr bezahlen grundsätzlich sämtliche MIV-BenützerInnen einen Beitrag an diese siedlungstypbedingten Zusatzkosten. Wie bei den Infrastrukturbereichen Abwasserentsorgung und Wasserversorgung ergeben sich Quersubventionierungen.

Mit Blick auf die getroffene Systemabgrenzung beim Infrastrukturbereich Verkehr (vgl. Grafik 5-2) ist allerdings festzuhalten, dass sich das Problem der Quersubventionierung weniger auf die in dieser Studie analysierten Strasseninfrastrukturteile (Quartierserschliessung, Groberschliessung), sondern stärker auf das übergeordnete Strassennetz bezieht.

- Zum andern führt die Verteilung der Einnahmen aus dem Strassenverkehr auf die verschiedenen Staatsebenen dazu, dass aus der Sicht Gemeinde die Kosten für die Strasseninfrastruktur alles andere als gedeckt sind. Die Einnahmen der Gemeinden decken nur rund 10-15% der Ausgaben ab. Hierfür ist der Verteilungsschlüssel verantwortlich, welcher bei der Verteilung der Einnahmen aus dem Strassenverkehr angewendet wird.

---

12 Vgl. BFS (div. Jahrgänge), Die Schweizerische Strassenrechnung und Maibach M. et al. (1999), Faire und effiziente Preise im Verkehr.

Dieser Schlüssel bewirkt folgendes:<sup>(13)</sup>

- Beim Bund resultiert ein Einnahmenüberschuss. 1995 belief er sich zum Beispiel auf über 1.2 Mrd. CHF.
- Die Rechnung für die Kantone ist ausgeglichen bzw. weist einen kleinen Überschuss auf. Die Kantone decken ihre Strassenausgaben über die eigenen Sonderabgaben (v.a. Motorfahrzeugsteuern) und die Bundesbeiträge.<sup>(14)</sup>
- Bei den Gemeinden fällt ein Defizit in der Grössenordnung von 1.5 Mrd. CHF an.

Aus der Sicht der Gemeinden besteht damit durchaus ein Handlungsbedarf. Diesen nehmen sie allerdings bereits häufig wahr, indem sie die Strasseninfrastrukturkosten den Nutzniessenden anlasten:

- Eine sehr weitgehende Anlastung findet bei den Kosten für die innere Erschliessung statt. In den weitaus meisten Fällen übernimmt die Bauherrschaft diese Kosten. Mit Blick auf die Tabellen 5-6 und 5-7 kann damit doch festgehalten werden, dass der in den meisten Fällen grössere Teil der Strasseninfrastrukturkosten verursachergerecht getragen wird.
- Auch bei der äusseren Erschliessung wird versucht die Nutzniessenden in die Finanzierung von neuen Strassen, welche der Erschliessung von Siedlungsteilen dienen<sup>(15)</sup>, einzubeziehen. Bei der Einbindung sind allerdings gewisse grundsätzlich in der Bundesgesetzgebung (Wohnbau- und Eigentumsförderungsgesetz sowie dessen Verordnung) und im Detail in der kantonalen (Bau)Gesetzgebung festgelegte Obergrenzen zu beachten.

Bei bestehenden Strassen sind die Möglichkeiten zum Einbezug der Nutzniessenden sehr viel geringer. Immerhin nehmen verschiedene Gemeinden ihren Handlungsspielraum bei der Erhebung von Parkplatzgebühren wahr, indem sie Blaue Zonen mit zahlungspflichtigen Anwohnerparkkarten ausscheiden.

Insgesamt muss damit der Schluss gezogen werden, dass ein grosser Teil der im vorliegenden Bericht analysierten Teile der Strasseninfrastruktur verursachergerecht von den Nutzniessenden finanziert wird, der problematische, weil externalisierte Teil also nicht überschätzt werden darf. Das Problem der Quersubventionierung stellt sich stärker bei der grossräumigen Erschliessung (Strassen zu abgelegenen Ortschaften) als bei der hier diskutierten kleinräumigen Siedlungsererschliessung.

Beim Blickwinkel „**Personenverkehr**“ sieht die Situation grundlegend anders aus. Wie es der Begriff „externe Kosten“ sagt, handelt es sich hierbei um vollständig externalisierte Kosten. Dies ist bedeutend, wenn wir die Kostenschätzungen in den Abschnitten 5.3 „Strasseninfrastruktur“ und 5.4 „Folgekosten des Personenverkehrs“ einander gegen-

---

13 Vgl. Blöchliger H.J. et al. (1999), Finanzierung des Verkehrs von morgen, S. 11 ff.

14 Zu etwas anderen Ergebnissen kommt eine verwaltungsinterne Analyse im Kanton Bern: Für die schweizerischen Kantone insgesamt wird ein Kostendeckungsgrad von 82% ausgewiesen. Der Kostendeckungsgrad für den Kanton und die bernischen Gemeinden zusammen wird mit 45% beziffert (vgl. BVE (2000), Schlussbericht zur Strassenrechnung des Kantons Bern).

15 Diese Einschränkung ist wichtig: Mit der vorliegenden Untersuchung soll natürlich nicht suggeriert werden, Siedlungen seien die Kosten von Strassen anzulasten, welche dem Durchgangsverkehr dienen.

über stellen. Die gesamten Infrastrukturkosten aus den Tabellen 5-6 und 5-7 sind zwar deutlich höher als die siedlungstypspezifischen Unterschiede bei den externen Kosten. Wird aber nur der externalisierte Teil betrachtet, ändert sich die Situation deutlich. Für verschiedene Siedlungstypen fallen die externen Umwelt- und Unfallfolgekosten höher aus als die nicht von den Nutzniessenden getragenen Strasseninfrastrukturkosten.

Bei den ungedeckten ÖV-Wegekosten sieht die Kostenträgerrechnung wie folgt aus:

- Die ungedeckten Kosten werden von der öffentlichen Hand getragen. Einen Grossteil, der je nach Kanton unterschiedlich hoch ausfällt, trägt der Bund bei. Hier besteht somit keine Übereinstimmung von Nutzniessenden und Kostenträgern.
- Die restlichen Kosten entfallen auf die Kantone und die Gemeinden. Die Aufteilung zwischen den beiden Staatsebenen ist je nach Kanton unterschiedlich. Bei der Verteilung des Gemeindeanteils auf die einzelnen Gemeinden wird in den meisten Fällen das kommunale Verkehrsangebot berücksichtigt: Gemeinden mit einer Vielzahl von Haltestellen und Abfahrten bezahlen entsprechend mehr als Gemeinden mit einem bescheidenen ÖV-Angebot.

Bei einer solchen Herleitung des Gemeindeanteils wird für die Gemeinde ein gewisser Anreiz gesetzt, mit möglichst wenig Haltestellen einen möglichst grossen Teil des Gemeindegebietes durch den ÖV zu erschliessen. Dies gelingt ihr bei einer vergleichsweise dichten Siedlungsstruktur besser als bei einer dispersen. Insofern wird hier ein richtiges Preissignal gesetzt, wenn auch die Finanzierung nicht durch die eigentlichen Nutzniessenden erfolgt.

## 5.6 Schlussfolgerungen

Beim Infrastrukturbereich „Verkehr“ stellt sich die Problematik der Kosten der Zersiedlung aus drei Blickwinkeln, zwei von ihnen wurden in den vorangehenden Abschnitten vertieft untersucht:

- Nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist die **grossräumige Siedlungsstruktur der Schweiz**. Für die Infrastruktur- und die Folgekosten des Verkehrsbereich ist sie jedoch von hervorragender Bedeutung. Bei der Interpretation der in dieser Studie hergeleiteten Zahlen ist für den Verkehrsbereich immer im Auge zu behalten, dass die (Folge)Kosten der übergeordneten Verkehrsnetze nur am Rande in die Ergebnisse einfließen.
- Unter dem Stichwort „**Strasseninfrastruktur**“ sind die Erschliessungskosten unterschiedlicher kleinräumiger Siedlungsstrukturen analysiert worden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen spürbar variieren:
  - Bei den Ortstypen schneiden die Ortstypen Stadt und Agglomeration dank ihrem günstigen Siedlungsmix gut ab: Sie weisen einen vergleichsweise hohen Anteil verdichtet gebauter Siedlungsteile auf, welche tiefere Erschliessungskosten pro Kopf aufweisen. Dieser Vorteil überwiegt die teilweise höheren Normkostensätze in diesen Ortstypen. Gerade umgekehrt sieht es in einer ländlichen Randgemeinde aus, bei welcher der hohe Anteil von Streusiedlungen kostentreibend wirkt. Die

Durchschnittskosten für die bestehende Strasseninfrastruktur zur Erschliessung des Siedlungsgebietes liegen in einer Bandbreite von knapp 500 bis über 1'000 CHF pro EinwohnerIn.

- Bei den Siedlungstypen zeigt sich das erwartete Bild: Mit zunehmender Dichte sinken die Infrastrukturkosten pro Kopf. Bedeutsam ist hier aber das hohe Ausmass: Die Differenz bei den pro-Kopf-Kosten liegt zum Beispiel zwischen einer Siedlung mit freistehenden Einfamilienhäusern und Reiheneinfamilienhäusern in der Grössenordnung von 50-75%.
- Schliesslich ist unter dem Stichwort „**Personenverkehr**“ die Folgekostenproblematik im Verkehrsbereich analysiert worden. Die Berechnungen machen deutlich, dass hier in erster Linie die siedlungstypbedingten Unterschiede bei den vom motorisierten Individualverkehr verursachten externen Umwelt- und Unfallfolgekosten ins Gewicht fallen. Wie bei den Infrastrukturkosten ergeben sich bei verdichteten Siedlungen Kosteneinsparungen gegenüber dispersen Siedlungsstrukturen. In groben Abschätzungen wird eine Kostendifferenz zwischen dem günstigsten und dem ungünstigsten Siedlungstyp in der Grössenordnung von 200 CHF pro EinwohnerIn hergeleitet.

Aus der Sicht der vorliegenden Studie interessiert von den abgeschätzten Kosten insbesondere jener Teil, welcher nicht von den Nutzniessenden der Infrastruktur getragen wird.

- Hier zeigt sich für die Strasseninfrastruktur zur Erschliessung von Siedlungen, dass ein bedeutender Teil der Zusatzkosten der Zersiedelung verursachergerecht getragen wird. Nur bei der äusseren Erschliessung finden sich externalisierte Kostenbestandteile.
- Anders sieht es bei den Folgekosten des Personenverkehrs aus: Die ausgewiesenen Kostenunterschiede für die verschiedenen Siedlungstypen werden vollständig externalisiert.

Unter Berücksichtigung der Kostenträgerfrage liegen die hergeleiteten siedlungsspezifischen Kostenunterschiede in den beiden vertieft analysierten Teilen des Infrastrukturbereichs Verkehr in der gleichen Grössenordnung.

## 6 Stromversorgung

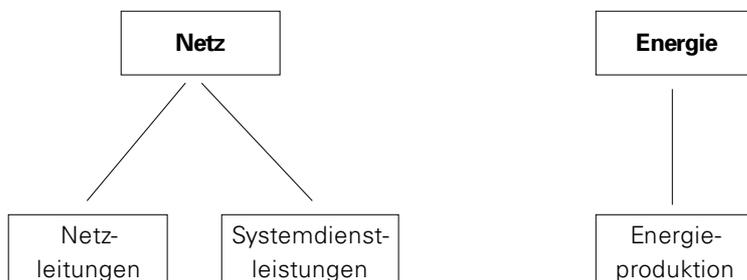
Die Stromverteilung wird in der Schweiz von rund 1'200 Energieversorgungsunternehmen (Private Gesellschaften, Kantons-, Stadt- oder Gemeindewerke, gemischte Unternehmen) vorgenommen. Die Werke weisen bezüglich ihrem Versorgungsgebiet und Stromumsatz eine grosse Heterogenität auf.

Die Kosten für den Netzbetrieb (Kapitalkosten, Personalkosten, Unterhalt, Administration, Netzsteuerung) belaufen sich jährlich grob geschätzt auf ca. 1.5 bis 2.5 Mrd. Franken. Nicht in diesen Angaben enthalten sind die eigentlichen Energiekosten für den Stromverbrauch, welche rund 6 Mrd. CHF betragen.

### 6.1 Systemgrenzen und Wirkungsmodell

Bei der Systemabgrenzung muss zwischen dem Netz- und Energieteil unterschieden werden (vgl. Grafik 6-1). Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich ausschliesslich auf den Netzteil. Die Stromproduktion zählt nicht zur Erschliessungsinfrastruktur und wird daher in dieser Betrachtungen nicht weiter berücksichtigt.

**Grafik 6-1: Die Komponenten der Stromversorgung: Netz und Energie**



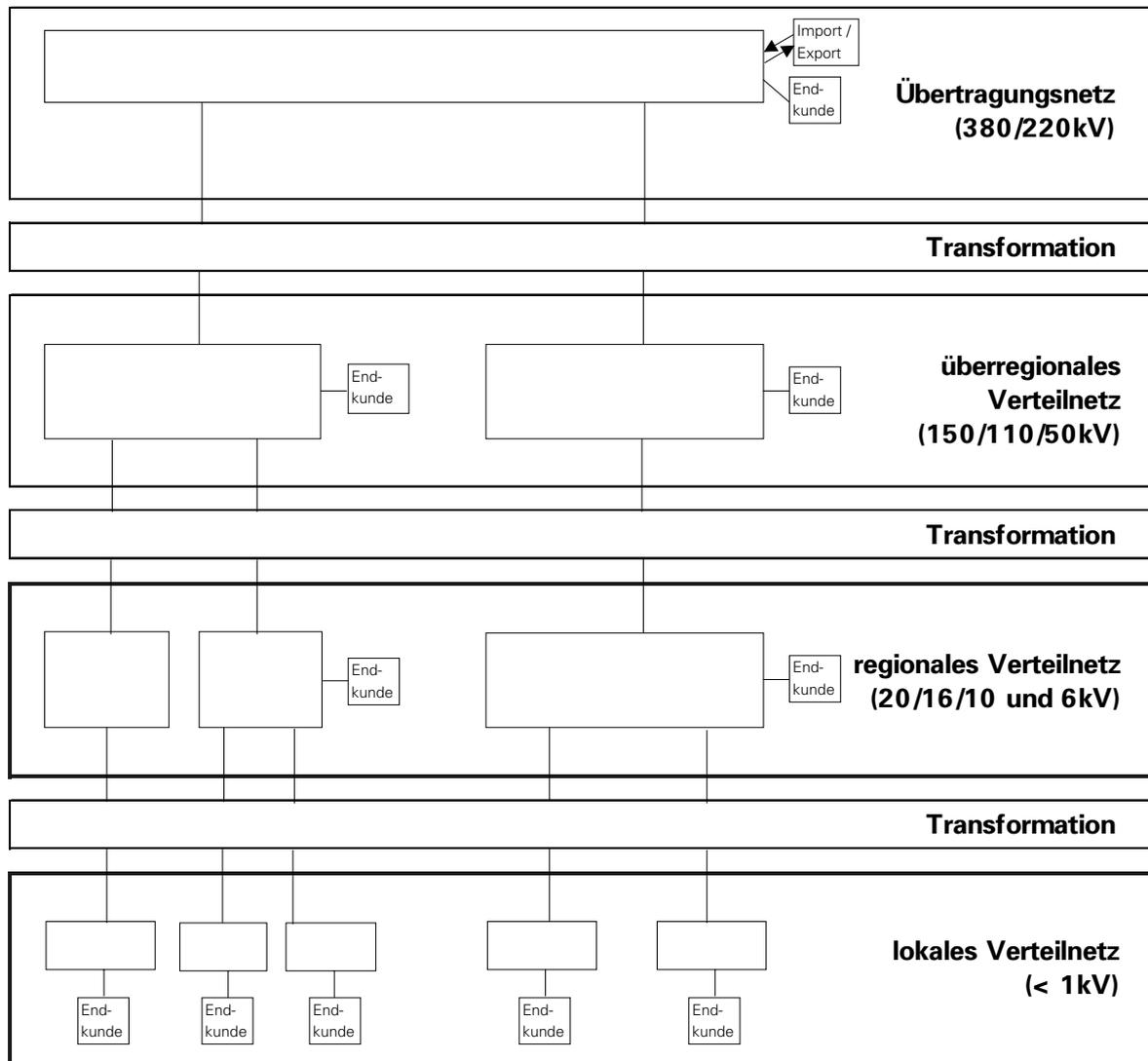
Für die Systemabgrenzung der Netzinfrastrukturkosten ist es erforderlich, sich einen Überblick über das schweizerische Netzsystem zu verschaffen. Es können insgesamt vier Spannungsebenen und drei Transformationsebenen<sup>(1)</sup> unterschieden werden (vgl. Grafik 6-2):

- **Übertragungsnetz** (380/220kV, Höchstspannungsnetze)
- **Transformation** vom **Übertragungsnetz** auf das **überregionales Verteilnetz**
- **Überregionales Verteilnetz** (150/110/50kV, Hochspannungsnetze)
- **Transformation** vom **überregionalen Verteilnetz** auf das **regionale Verteilnetz**
- **Regionales Verteilnetz** (20/16/10/6kV, Mittelspannungsnetze)

<sup>1</sup> Es handelt sich dabei um Gebäude und technische Anlagen (Transformatoren) zur Umwandlung des Stroms auf eine höhere oder tiefere Spannungsebene.

- Transformation vom regionalen auf das lokale Verteilnetz
- Lokales Verteilnetz (<1kV, Niederspannungsnetze)

**Grafik 6-2: Das Netzsystem der Schweiz<sup>(2)</sup>**



Quelle: VSE (1998), Info 3/98: Entschädigungsmodell für die Durchleitung

Basierend auf dieser Netzstruktur werden wir im Folgenden die Systemabgrenzung vornehmen und dabei aufzeigen, welche Netz- bzw. Transformationsebenen in die Betrachtung einbezogen werden. Anschliessend folgt die Diskussion über den Einfluss der Siedlungsstruktur auf die Kosten für die Erstellung und den Betrieb dieser berücksichtigten Netzebenen.

<sup>2</sup> Gemäss dem vom VSE geplanten Kostenrechnungsmodell bei Inkraftsetzung des Elektrizitätsmarktgesetzes (EMG).

### a) Welche Kostenbestandteile des Stromversorgungsnetzes werden untersucht?

In Grafik 6-3 ist die Netzerschliessung eines Siedlungsgebietes schematisch dargestellt. An das **nationale Übertragungsnetz** (380/220kV) wird das überregionale Verteilnetz (150/110/50kV) angeschlossen. Dazu muss ein Unterwerk (380/220->150/110/50kV) erstellt werden, in welchem die Transformation vom Übertragungs- auf das überregionale Verteilnetz vorgenommen wird.

Das **überregionale Verteilnetz** folgt im Wesentlichen den Ortsschwerpunkten. Wie der Name besagt, dient das überregionale Verteilnetz der überregionalen Erschliessung von Dörfern, Agglomerationen oder Städten. Je nach Umfang des Leistungsbedarfs für die darunter liegende regionale bzw. lokale Verteilung muss in Agglomerationen oder Städten mit stark überbauten Gebieten ca. alle 4-5 km ein Unterwerk zur Aufrechterhaltung der Spannung erstellt werden. In weniger überbauten ländlichen Gebieten beträgt die durchschnittliche Distanz zwischen den Unterwerken ca. 10-15 km, auch grössere Distanzen sind möglich. Diese Unterwerke auf der Spannungsebene 110kV dienen gleichzeitig auch zum Anschluss des regionalen Verteilnetzes (20/16/10 und 6kV) bzw. zur Transformation der 110kV-Leistung auf die Leistung des regionalen Verteilnetzes. Je nach Leistungsbedarf für die regionale und lokale Ebene gehen von einem solchen Unterwerk ca. 10 bis 16 regionale Verteilleitungen weg.

Das **regionale Verteilnetz** basiert meistens auf 16kV-Leitungen und dient zur Erschliessung von Quartieren (Groberschliessung). Zur Verbesserung der Versorgungssicherheit wird das regionale Verteilnetz meist als Ringleitungssystem angelegt, so dass bei potenziellen Netzunterbrüchen möglichst wenige Konsumenten ohne Strom sind.

An dieses regionale Verteilnetz wird das **lokale Verteilnetz** (0.4kV, Niederspannung) angeschlossen, von welchem aus die Hausanschlüsse erfolgen. Der Anschluss des lokalen Verteilnetzes ans regionale Verteilnetz bedingt wiederum eine Transformation in so genannten „Trafostationen“. Pro Trafostation kann ein Gebiet im Umkreis von ca. 200-300 m mit der Niederspannung erschlossen werden (abhängig von der Spitzenlast). Die lokale Verteilung ist auch hier meist als Ringsystem konzipiert, der Zusammenschluss erfolgt in so genannten „Kabinen“.

Die siedlungs- oder ortstypspezifische Abhängigkeit der Infrastrukturkosten sehen wir in erster Linie auf der Ebene der regionalen und lokalen Verteilung. Folgende Gründe sprechen dafür:

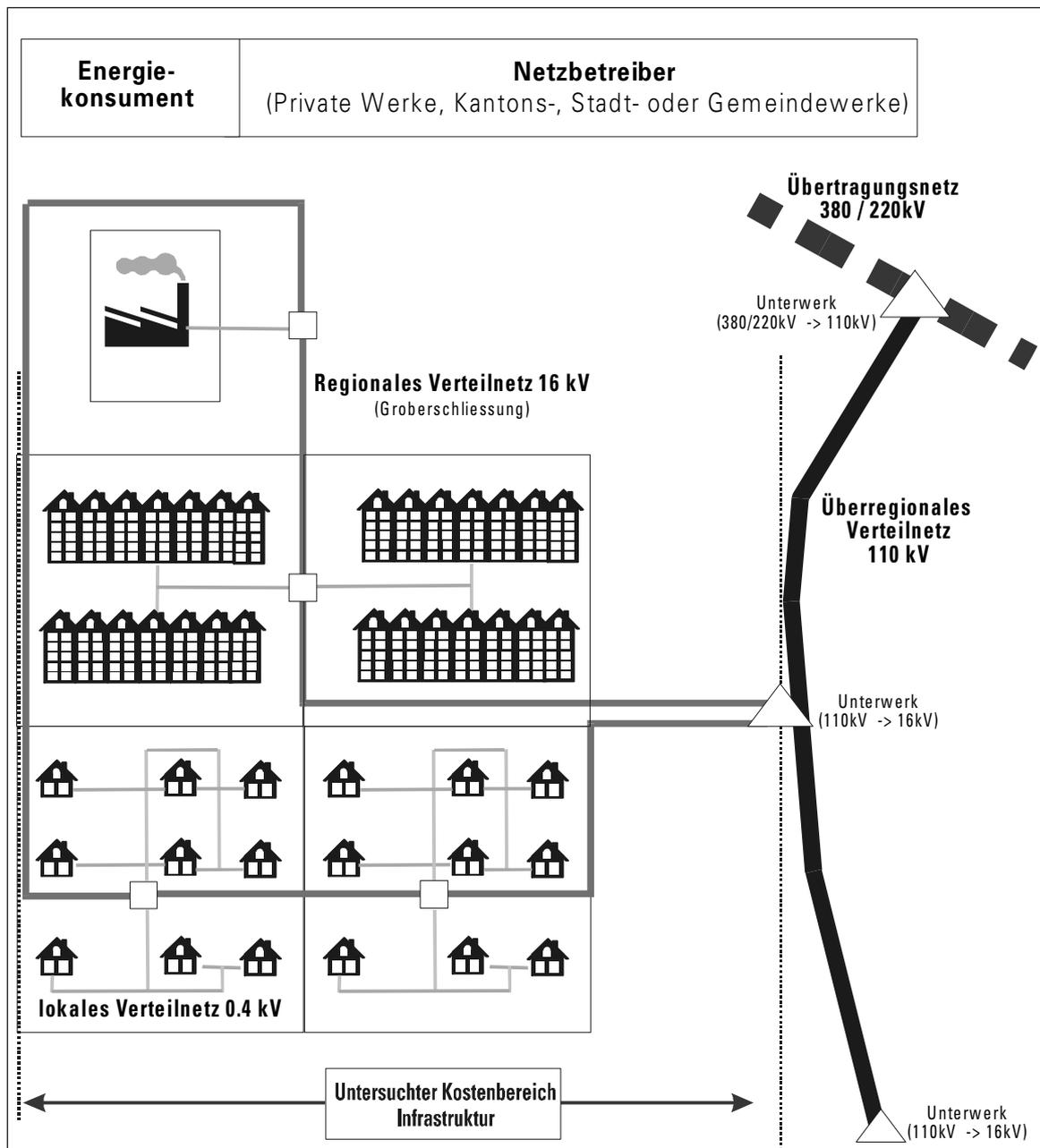
- Gemäss einer aktuellen empirischen Erhebung fallen die grössten Infrastrukturkosten pro kWh auf der lokalen und regionalen Verteilebene an: ca. 4.5 bis 13 Rp./kWh (je nach Netzgebiet) im Vergleich zu 1.5 bis 5 Rp./kWh für die überregionale und nationale Verteilung. Auf der lokalen und regionalen Verteilebenen zeigen sich zudem gemäss dieser Untersuchung auch die grössten Kostenunterschiede.<sup>(3)</sup>

---

3 Vgl. dazu ECOPLAN (1999), Service Public im liberalisierten Strommarkt.

- Das nationale Übertragungsnetz und das überregionale Verteilnetz lassen sich nicht unmittelbar einer Siedlung zuordnen, sondern dienen zur Erschliessung grösserer Regionen. Bereits in Abschnitt 2.4 wurde erläutert, dass die grossräumige Erschliessung nicht in die vorliegende Untersuchung einbezogen werden soll, weil sich dabei schwierige und u.E. kaum lösbare Zuordnungsprobleme stellen. In diesem Sinne wird akzeptiert, dass das nationale Übertragungsnetz und das überregionale Verteilnetz historisch gewachsen sind und ihre Infragestellung bei einer Entscheidung über eine Neuan siedlung kaum mehr Sinn macht.

**Grafik 6-3: Systemabgrenzung: Untersuchte Kostenbereiche des Stromnetzes**



□ Trafo (16kV -> 0.4 kV)

Zusammengefasst werden also folgende Bereiche in unsere Betrachtung einbezogen:

- Unterwerk zur Transformation von der überregionalen Verteilebene auf die regionale Verteilebene (110kV ->(20/16/10 und 6kV)
- Regionales Verteilnetz 16kV
- Trafostationen
- Lokales Verteilnetz 0.4kV
- Kabinen (für Ringzusammenschluss des lokalen Netzes)
- Hausanschlüsse

Zu den Kosten zählen sowohl die Kosten für die Bereitstellung der Infrastruktur (Investitionskosten und Kosten der Werterhaltung) als auch für die Nutzung der Infrastruktur (Kosten für Betrieb und Unterhalt sowie Systemsteuerung).

## **b) Wie beeinflusst der Siedlungstyp die Höhe der Infrastrukturkosten?**

Der Siedlungstyp hat einen wesentlichen Einfluss auf die Erstellungskosten der lokalen und regionalen Verteilnetze. Folgende Faktoren sind zu beachten:

- ❑ **Anzahl und durchschnittliche Länge der Hausanschlüsse:** Bei Gebäuden mit mehreren Wohnungen muss nur ein Anschluss erstellt werden, dabei fallen etwa dieselben Planungs- und Baukosten für den Hausanschluss an wie für ein Einfamilienhaus. Dies bedeutet, dass die Pro-Kopf-Kosten für den Hausanschluss eines Einfamilienhauses höher liegen als bei Mehrfamilienhäusern.
- ❑ **Länge des lokalen und regionalen Verteilnetzes und Anzahl Kabinen:** Bei dichter besiedelten Gebieten (beispielsweise Siedlungstyp S4) ist die Netzlänge für die lokale und regionale Erschliessung pro Wohneinheit kleiner als bei weniger dicht besiedelten Gebieten (Siedlungstypen S1 und S2).
- ❑ **Kosten für die Leitungen des regionalen und lokalen Verteilnetzes:** Bei verdichteter und hoch verdichteter Bauweise (S4 und S5) sind zwar die Leitungslängen pro Kopf kurz, aber die Kosten pro Laufmeter (vor allem im Ersatzfall) tendenziell etwas höher. Die Gründe dafür liegen in erster Linie in den erschwerten Bedingungen beim Bau und Ersatz (Rücksichtnahme auf Verkehr und zahlreiche Werkleitungen). Umgekehrt sind in klassischen Einfamilienhaussiedlungen die Verteilungsleitungen länger, aber auf Grund der einfacheren Linienführung eher kostengünstiger.
- ❑ **Anzahl und Kosten der Trafostationen:** Die Zahl der Transformatoren hängt einerseits von der Distanz und andererseits von der Spitzenlast ab:
  - Bei sehr dichter Besiedelung (Siedlungstyp S4 und S5) sind mehr Transformatoren erforderlich. Es können aber unter Umständen pro Trafostation mehrere Transformatoren untergebracht werden, was die Kosten pro kWh vermindert. Zusätzlich gilt es zu beachten, dass sich die Erstellungskosten der Trafostationen in dicht besiedelten Gebieten auf einen vergleichsweise hohen Energieumsatz verteilen.

- Bei dünnerer Besiedlung spielt die Beschränkung der Reichweite eine Rolle: Im Niederspannungsnetz beschränkt sich die Versorgungsmöglichkeit auf einen Umkreis von rund 200-300 m von der Trafostation. Trotz möglicherweise ausreichender Last müssen daher zusätzliche Trafostationen eingerichtet werden, um die Versorgung zu gewährleisten.

Eine ebenerdige kostengünstige Realisierung einer Trafostation ist in dicht besiedelten Gebieten oft nicht möglich. In diesen Fällen müssen unterirdische Lösungen realisiert werden (z.B. in einer Tiefgarage). Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass die Erstellungskosten pro Trafostation in dichter Besiedlung (S4 und S5) höher ausfallen als in weniger dicht besiedelten Gebieten (S1 und S2).

### **c) Wie beeinflusst die kleinräumliche Lage die Höhe der Infrastrukturkosten?**

Wie bei der Abwasserentsorgung und Wasserversorgung gilt auch hier, dass die Infrastrukturkosten für die Erschliessung davon abhängen, ob eine Groberschliessung bereits vorhanden ist oder ob eine neue Groberschliessung - sprich regionale Verteilleitung (16kV) - zu erstellen ist.

Mit der Länge der **regionalen Verteilleitung** können Siedlungen an peripheren Lagen kostenmässig adäquat erfasst werden.

### **d) Wie beeinflusst der Ortstyp die Höhe der Infrastrukturkosten?**

Den wichtigsten Einfluss des Ortstyps sehen wir vor allem bezüglich der Anzahl und der durchschnittlichen Kosten für **Unterwerke (110kV -> 16kV)**: Die Zahl der Unterwerke ist abhängig vom Leistungsbedarf für die darunter liegende regionale und lokale Verteilung. Zur Versorgung von Städten und Agglomerationen können mehrere Unterwerke innerhalb eines Radius von wenigen Kilometern erforderlich sein, im Schnitt ist ca. alle 4-5 km mit einem Unterwerk zu rechnen. In ländlichen Gebieten vergrössert sich diese Distanz zwischen den Unterwerken auf 10-15 km oder noch grössere Distanzen.

Die Erstellungskosten für ein Unterwerk hängen ab von der Gebäudeart (freistehendes Gebäude im Gelände oder Untertagwerk in städtischen Gebieten) und der Zahl der abgehenden Leitungen für die regionale Versorgung (16kV). In städtischen Gebieten muss pro Unterwerk auf Grund der oft schwierigeren Bauverhältnisse (Untertagwerke) und der grösseren Zahl abgehender Leitungen mit höheren Erstellungskosten gerechnet werden. Diese verteilen sich aber meist auf eine grössere Zahl von Wohneinheiten bzw. auf einen grösseren Stromumsatz.

### **e) Welche Fremdeinflüsse haben erheblichen Einfluss auf die Höhe der Infrastrukturkosten?**

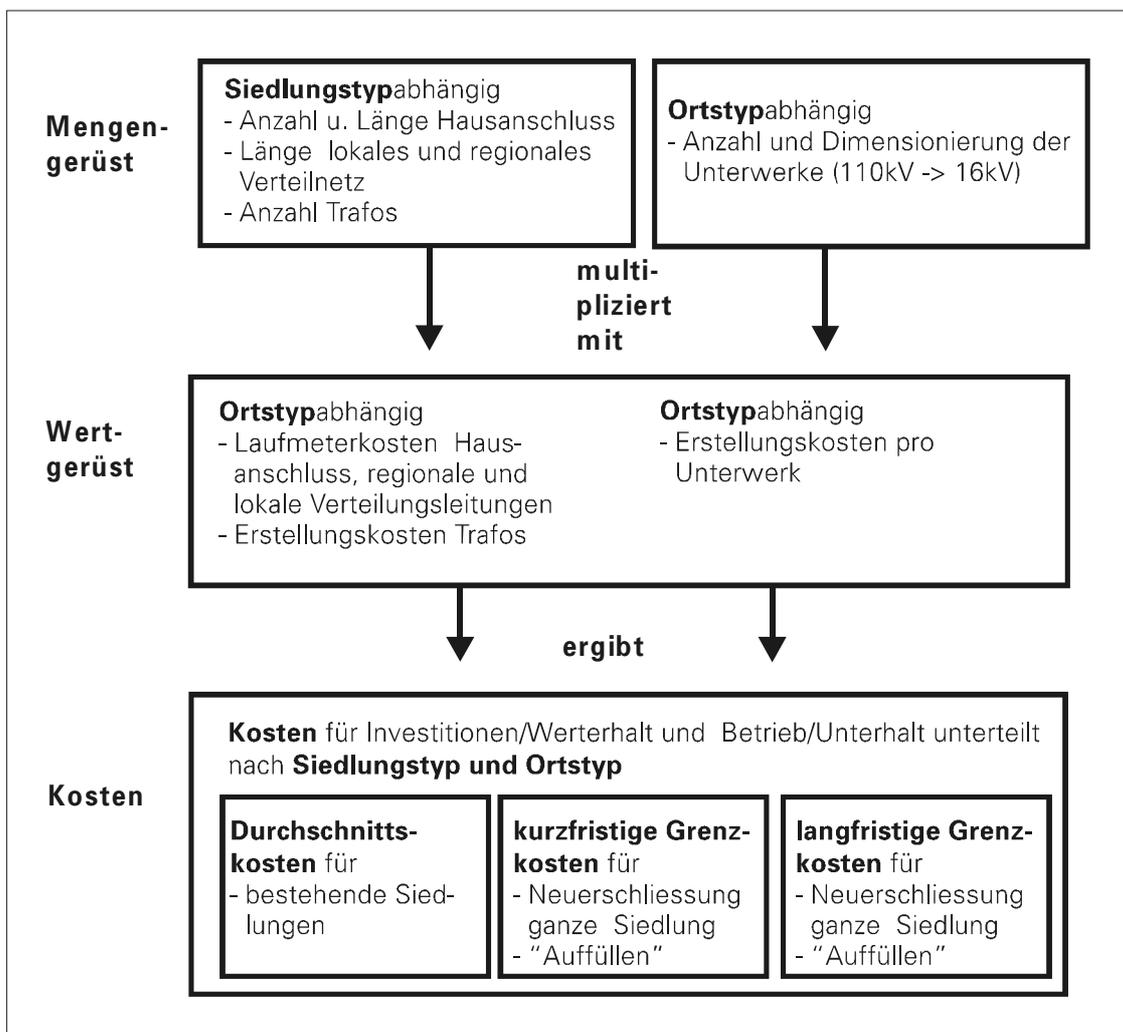
Im Strombereich ist vor allem auf zwei Einflussfaktoren hinzuweisen, welche nicht vom Siedlungs- oder Ortstyp abhängig sind:

- **Topographie, Baugrund:** Sowohl Topographie wie Baugrund bestimmen die Kosten sowie evtl. die Anordnungen der Gebäude innerhalb der Siedlungen und damit auch die Leitungslängen für Hausanschlüsse sowie das lokale und regionale Verteilnetz.
- **Industrieanteil:** Bei grossem Industrieanteil mit entsprechend grossem Stromumsatz können die (fixen) Kosten für die Verteilungen auf einen grösseren Mengenumsatz umgelegt werden. Dies bewirkt tiefere Kosten pro kWh.

## 6.2 Mengen- und Wertgerüst

Das Normkostenmodell für die lokalen und regionalen Erschliessungskosten im Strombereich lässt sich basierend auf den vorangehenden Ausführungen wie folgt konkretisieren.

**Grafik 6-4: Normkostenmodell für die regionale und lokale Erschliessung im Strombereich**



Die quantitativen Werte für die verschiedenen Parameter des Mengen- und Wertgerütes sind in den Anhängen A und B, jeweils Kapitel 6, zusammengefasst.

Für die weitere Analyse wird wie in den übrigen Infrastrukturbereichen zwischen Durchschnittskosten sowie kurz- und langfristigen Grenzkosten unterschieden. Die Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Betrachtungskonzepten sind in der Tabelle 6-5 dargestellt.

**Tabelle 6-5: Durchschnitts- versus kurz- und langfristige Grenzkosten bei der Stromerschliessung**

	Durchschnittskosten bestehende Gebiete	Kurzfristige Grenzkosten		Langfristige Grenzkosten	
		"Auffüllen"	"Neuer-schliessung"	"Auffüllen"	"Neuer-schliessung"
<b>Investitionen / Werterhaltung</b>					
<b>Innere Erschliessung</b>					
- Hausanschlüsse (Kasten)	■	■	■	■	■
- Zähler	■	■	■	■	■
- Kabinen (S5: Technikraum)	■		■		■
- Lokales Verteilnetz (Leitung)	■	■	■	■	■
- Lokales Verteilnetz (Graben)	■		■	■	■
- Trafostationen	■		■		■
<b>Äussere Erschliessung</b>					
- Regionales Verteilnetz (16kV)	■		■		■
- Zuleitung zum reg. Verteilnetz	■		■		■
- Zubringerleitung vom Unterwerk	■			■	■
- Unterwerk	■			■	■
<b>Betrieb / Unterhalt</b>					
<b>Innere Erschliessung</b>					
- Hausanschlüsse (Kasten)	■	■	■	■	■
- Zähler	■	■	■	■	■
- Kabinen (S5: Technikraum)	■	■	■	■	■
- Lokales Verteilnetz (0.4kV)	■	■	■	■	■
- Trafostationen	■		■		■
<b>Äussere Erschliessung</b>					
- Regionales Verteilnetz (16kV)	■		■		■
- Zuleitung zum reg. Verteilnetz	■		■		■
- Zubringerleitung vom Unterwerk	■			■	■
- Unterwerk	■			■	■
- Netzdienstleistung / Verwaltung	■	■	■	■	■

Legende:   
 ■ volle Kosten relevant   
 ■ grosser Teil der Kosten relevant (über 50% der Durchschnittskosten)   
 ■ kleiner Teil der Kosten relevant (unter 50% der Durchschnittskosten)

- Die **Durchschnittskosten** entsprechen den Gesamtkosten der Stromversorgung pro EinwohnerIn oder pro Wohneinheit. Sie geben Auskunft über die Kostenstruktur der bestehenden Siedlungen.
- Die **kurzfristigen Grenzkosten** zeigen auf, welche Kosten für die Erschliessung einer neuen Siedlung kurzfristig anfallen. Dabei wird wie in den anderen Infrastrukturbereichen davon ausgegangen, dass die Kapazitäten der äusseren Erschliessung auf kurze Sicht noch ausreichen.
  - Kurzfristig zusätzliche Investitionen fallen bei einer **neuen Siedlung** für die Errichtung der Quartiererschliessung (lokales Verteilnetz, Trafostation, Kabinen) sowie der Hausanschlüsse an. Ebenso muss die Groberschliessung (regionales Verteilnetz, evtl. Zuleitung zum regionalen Verteilnetz) neu erstellt werden.
  - Beim „**Auffüllen**“ entfällt die Neuerrichtung der Groberschliessung.
- Die **langfristigen Grenzkosten** neuer Siedlungen setzen sich aus den Kosten zusammen, welche durch die Neubesiedlung in langer Frist zusätzlich anfallen. Langfristig führt die Nachfrage zusätzlicher Wohneinheiten nebst dem Investitions- bzw. Ersatzbedarf in der inneren Erschliessung auch zu einem Ausbaubedarf im regionalen Verteilnetz, bei den Zuleitungen sowie beim Unterwerk. Im Unterschied zum Wasser- und Abwasserbereich kann im Strombereich nicht davon ausgegangen werden, dass bei der äusseren Erschliessung bzw. beim Ausbau des Leitungsnetzes oder bei der Leistungsvergrösserung von Unterwerken mit grossen Skaleneffekten zu rechnen ist. Die langfristigen Grenzkosten neuer Siedlungen entsprechen daher im Wesentlichen den Durchschnittskosten.  
 Beim „Auffüllen“ entfallen auch in langfristiger Betrachtung einzelne Mehrkosten bei der inneren Erschliessung (keine zusätzlichen Kabinen und Trafostationen, keine zusätzlichen Grabarbeiten für das lokale Verteilnetz) und bei der äusseren Erschliessung (die regionale Verteilung und Zuleitung bleibt unverändert). Die langfristigen Grenzkosten beim „Auffüllen“ liegen dementsprechend unter den Durchschnittskosten.

## 6.3 Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen

### 6.3.1 Durchschnittskosten bestehender Siedlungen

In Tabelle 6-6 sind die Ergebnisse des Normkostenmodells für den Bereich der Stromversorgung dargestellt. Die letzte Spalte zeigt wiederum einen plausiblen Durchschnittswert für den jeweiligen Ortstyp.<sup>(4)</sup>

Bei den Betriebs- und Unterhaltskosten gilt es zu beachten, dass die eigentlichen Kosten des Energiekonsums (Stromverbrauch) nicht enthalten sind. Die ausgewiesenen Betriebs- und Unterhaltskosten beziehen sich auf den Unterhalt des Netzes bzw. der installierten Anlagen (Trafo, Kabinen, Zähler usw.) sowie sämtliche Kosten im Zusammenhang mit der

---

4 Für die siedlungsspezifische Zusammensetzung der einzelnen Ortstypen vgl. Anhang A Abschnitt 1.2.

Netz-Systemdienstleistung (Netzregulierung, Spannungshaltung, Ausgleich der Wirkungsverluste, Bereitstellung von Regelleistung und -Energie usw.).

**Tabelle 6-6: Durchschnittliche Kosten für die Stromversorgung bestehender Siedlungen, CHF / EinwohnerIn bzw. CHF / kWh**

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh		Stadt					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	159	110	78	59	91
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	92	39	54	51	58
	CHF/kWh	0.41	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	591	75	49	44	31	45
	Kosten Betrieb / Unterhalt	305	191	185	184	181	184
	CHF/kWh	0.13	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
Total pro EinwohnerIn		3'722	517	383	360	322	379
CHF/kWh		0.53	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh		Agglo					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	159	110	78	59	121
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	92	39	54	51	69
	CHF/kWh	0.41	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	591	75	49	44	31	55
	Kosten Betrieb / Unterhalt	305	191	185	184	181	186
	CHF/kWh	0.13	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
Total pro EinwohnerIn		3'722	517	383	360	322	432
CHF/kWh		0.53	0.07	0.06	0.05	0.05	0.06

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh		RegZen					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	159	110	78	59	138
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	92	39	54	51	75
	CHF/kWh	0.41	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	611	95	70	64	52	83
	Kosten Betrieb / Unterhalt	310	196	190	189	186	193
	CHF/kWh	0.13	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04
Total pro EinwohnerIn		3'747	542	409	385	348	489
CHF/kWh		0.54	0.08	0.06	0.06	0.05	0.07

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh		RandGem					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	159	110	78	59	376
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	92	39	54	51	213
	CHF/kWh	0.41	0.04	0.02	0.02	0.02	0.08
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	663	147	121	115	103	212
	Kosten Betrieb / Unterhalt	322	208	202	201	198	222
	CHF/kWh	0.14	0.05	0.05	0.05	0.04	0.06
Total pro EinwohnerIn		3'811	606	472	448	411	1'023
CHF/kWh		0.55	0.09	0.07	0.06	0.06	0.15

\* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

**Kommentar:**

- Im Vergleich zur Wasserversorgung muss bei der Stromversorgung im Durchschnitt mit deutlich höheren Kosten pro EinwohnerIn und Jahr gerechnet werden. Sie belaufen sich in der Stadt auf rund 380 CHF / EinwohnerIn und in Randgemeinden auf gut 1'000 CHF / EinwohnerIn.
- Pro **Siedlungstyp** zeigen sich wie in den anderen Infrastrukturbereichen erhebliche Unterschiede. Die spezifischen Jahreskosten pro EinwohnerIn liegen in der Streusiedlung (S1) um den Faktor 9 bis 11 über jenen im hochverdichteten Siedlungstyp S5. Mit Ausnahme des Siedlungstyps S1 entfällt der Hauptteil der Kosten auf Betrieb und Unterhalt (je nach Siedlungs- und Ortstyp zwischen 51 % bis 72%).
- Beim Vergleich der einzelnen **Ortstypen** ergibt sich eine mehr oder weniger kontinuierliche Zunahme der spezifischen Kosten von der Stadt (höchste Verdichtung) über die Agglomeration bis zum Regionalzentrum. Ein eigentlicher Kostensprung muss bei den (dünn besiedelten) Randgemeinden festgestellt werden.
- Je nach Orts- und Siedlungstyp fällt die relative Bedeutung von innerer und äusserer Erschliessung unterschiedlich aus.

Bei den ausgewiesenen Kosten pro kWh gilt es zu beachten, dass ein Teil der Kosten für die innere Erschliessung von den Liegenschaftseigentümern getragen werden. Dieser Anteil ist je nach Elektrizitätsversorgungsunternehmen (bzw. Anschlussgebühren) unterschiedlich. Er dürfte in der Grössenordnung zwischen 20% bis 80% liegen. Bei einem angenommenen Durchschnitt von 50% würden demgemäss für die Ortstypen folgende durchschnittliche Stromversorgungskosten (ohne Energiekosten) anfallen:

- Stadt: 4.4 Rp./kWh
- Agglomeration: 4.8 Rp./kWh
- Regionales Zentrum: 5.5 Rp./kWh
- Randgemeinde: 10.5 Rp./kWh

Eine jüngste Studie über die Netzbenutzungskosten auf der lokalen und regionalen Ebene hat für 9 Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) eine Bandbreite von 4.5 - 13 Rp./kWh ergeben.<sup>(5)</sup> Bei dieser Studie wurden die Kosten aus den Buchhaltungsergebnissen der EVU ermittelt. Die vorliegende Untersuchung basiert demgegenüber auf einem bottom up Ansatz. Trotz dieser methodischen Unterschiede zeigen sich sehr ähnliche Ergebnisse.

---

5 ECOPLAN (1999), Service Public im liberalisierten Strommarkt, S. 35.

### 6.3.2 Langfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung

In Tabelle 6-7 sind die langfristigen Grenzkosten einer Siedlungserweiterung zusammengefasst. Basierend auf dem Normkostenmodell zeigt sich, dass die langfristigen Grenzkosten den Durchschnittskosten entsprechen. Dieses Ergebnis erklärt sich wie folgt:

- Die gesamte innere Erschliessung muss bei einer Siedlungserweiterung neu erstellt werden. Es fallen dabei im Vergleich zu bestehenden Siedlungen kaum Kosteneinsparungen an.
- Die Siedlungserweiterung führt zu einer gesteigerten Stromnachfrage und bedingt langfristig eine entsprechende Anpassung der äusseren Erschliessung. Beim allfälligen Ausbau des regionalen Verteilnetzes, von Zubringerleitungen und von Unterwerken kann kaum mit Synergie- oder Skaleneffekten gerechnet werden.

**Tabelle 6-7: Langfristige Grenzkosten für die Stromversorgung einer neuen Siedlung, in CHF pro EinwohnerIn bzw. CHF / kWh**

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh		Stadt				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	159	110	78	59
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	92	39	54	51
	CHF/kWh	0.41	0.04	0.02	0.02	0.02
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	591	75	49	44	31
	Kosten Betrieb / Unterhalt	305	191	185	184	181
	CHF/kWh	0.13	0.04	0.03	0.03	0.03
Total pro EinwohnerIn		3'722	517	383	360	322
CHF/kWh		0.53	0.07	0.06	0.05	0.05

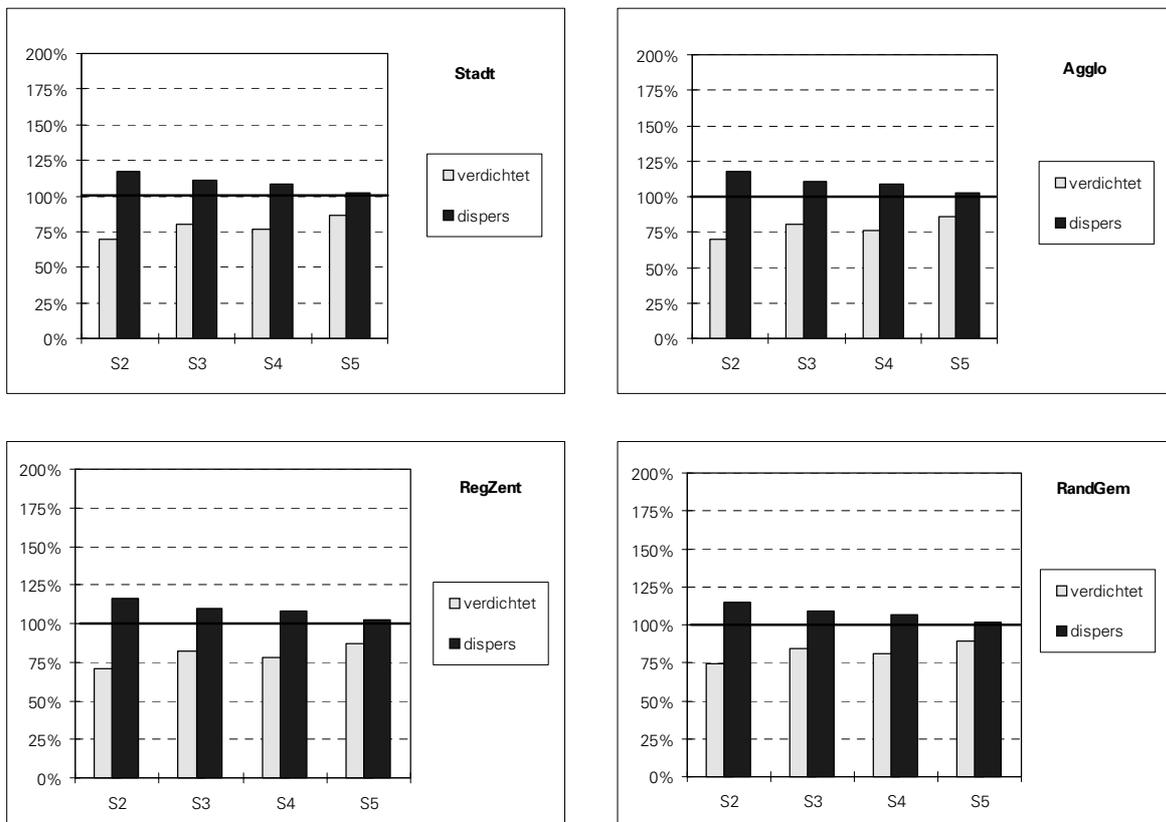
Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh		Agglo				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	159	110	78	59
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	92	39	54	51
	CHF/kWh	0.41	0.04	0.02	0.02	0.02
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	591	75	49	44	31
	Kosten Betrieb / Unterhalt	305	191	185	184	181
	CHF/kWh	0.13	0.04	0.03	0.03	0.03
Total pro EinwohnerIn		3'722	517	383	360	322
CHF/kWh		0.53	0.07	0.06	0.05	0.05

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh		RegZen				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	159	110	78	59
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	92	39	54	51
	CHF/kWh	0.41	0.04	0.02	0.02	0.02
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	611	95	70	64	52
	Kosten Betrieb / Unterhalt	310	196	190	189	186
	CHF/kWh	0.13	0.04	0.04	0.04	0.03
Total pro EinwohnerIn		3'747	542	409	385	348
CHF/kWh		0.54	0.08	0.06	0.06	0.05

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh		RandGem				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	159	110	78	59
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	92	39	54	51
	CHF/kWh	0.41	0.04	0.02	0.02	0.02
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	663	147	121	115	103
	Kosten Betrieb / Unterhalt	322	208	202	201	198
	CHF/kWh	0.14	0.05	0.05	0.05	0.04
Total pro EinwohnerIn		3'811	606	472	448	411
CHF/kWh		0.55	0.09	0.07	0.06	0.06

Den vorangehenden Ergebnissen liegt der „Standardfall“ einer Siedlungserweiterung zu Grunde. In Grafik 6-8 wird dargestellt, wie sich die Kosten der Stromversorgung verändern, wenn die Siedlungserweiterung verdichtet oder dispers erfolgt. Wiederum wird im Fall „verdichtet“ unterstellt, dass keine neue Groberschliessung (regionales Verteilnetz) erstellt werden muss. Im Fall „dispers“ erfolgt die Siedlungserweiterung etwas abseits. Im Vergleich zum Standardfall muss neben der Groberschliessung eine Zuleitung von 200 Metern gebaut werden. Der Standardfall gemäss Tabelle 6-7 entspricht in der Grafik 4-8 der schwarzen 100%-Linie.

**Grafik 6-8: Mehr- und Minderkosten der Stromversorgung bei verdichteter und disperser Siedlungserweiterung, Kosten in % des Standardfalls**



### Kommentar:

- Die Kostenunterschiede zwischen den verschiedenen Erweiterungsformen sind im Vergleich zu den anderen Infrastrukturbereichen gering.  
Die relativ geringen Kostenunterschiede lassen sich teilweise dadurch erklären, dass bei den anteilmässig bedeutenden Unterhalts- und Betriebskosten verschiedene Komponenten distanz- oder flächenunabhängig sind (Zähler ablesen, Systemdienstleistungen im Netz, Unterhalt von Trafostationen und Unterwerken usw.).
- Eine verdichtete Erweiterung in einer bestehenden Siedlung führt vor allem im Siedlungstyp „Einfamilienhäuser“ zu einer spürbaren Reduktion der Kosten (-157 CHF / EinwohnerIn) gegenüber dem Standardfall.

Die Zusatzkosten einer dispersen Erweiterung sind wesentlich kleiner, wiederum sind beim Siedlungstyp S2 die höchsten Zusatzkosten zu verzeichnen (+89 CHF / EinwohnerIn).

### 6.3.3 Kurzfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung

Die kurzfristigen Grenzkosten liegen beim Ortstyp Stadt und Agglomeration um 19% unter den langfristigen Grenzkosten. Bei den Regionalzentren und Randgemeinden beläuft sich die Differenz auf 20% bzw. 10%.

Die Unterschiede zwischen den kurz und langfristigen Grenzkosten lassen sich wie folgt erklären:

- Bei der inneren Erschliessung ergeben sich keine Kostenunterschiede zwischen der kurz- und langfristigen Betrachtung. In beiden Fällen muss die gesamte Infrastruktur neu erstellt werden.
- Bei der äusseren Erschliessung fallen auf kurze Frist bei wichtigen Bestandteilen der Infrastruktur (Zuleitung zum regionalen Verteilnetz, Unterwerk) keine Ausbauten an. Die Ersparnis beläuft sich dementsprechend auch auf bis zu 90% im Vergleich zu den langfristigen Kapitalkosten. Allerdings ist der Anteil der Kapitalkosten im Vergleich zu den mehrheitlich vom Stromkonsum abhängigen Betriebs- und Unterhaltskosten (mit Ausnahme des Siedlungstyps S1) nicht dominierend.

### 6.3.4 Sensitivitäten

Bei der Stromversorgung bestehen wie in den anderen Infrastrukturbereichen verschiedene Unsicherheiten sowohl im Mengen- als auch im Wertgerüst. Die wichtigsten Parameter, welche das Gesamtergebnis wesentlich beeinflussen, können wie folgt zusammengefasst werden:

- **Innere Erschliessung:** Die Kosten werde im wesentlichen durch die Anzahl der installierten Zähler, deren Anschaffungskosten sowie die jährlichen Ablesekosten pro Zähler bestimmt. Beim Siedlungstyp S1 werden die Kosten von den Aufwendungen für die Trafostation dominiert.
- **Äussere Erschliessung:** Bei den äusseren Kosten entfallen mit Ausnahme des Siedlungstyps S1 rund 66% bis 85% der Kosten auf Betrieb und Unterhalt. Die Betriebs- und Unterhaltskosten entstehen zu über 90% im Zusammenhang mit der Netz-Systemdienstleistung (Netzregulierung, Spannungshaltung, Ausgleich der Wirkverluste, Bereitstellung von Regelleistung und -Energie usw.). Die Angaben von Elektrizitätsversorgungsunternehmen zu den Netz-Systemdienstleistungskosten belaufen sich auf 1.5 bis 3.5 Rp./kWh. Unseren Berechnungen liegt ein Ansatz von 2.5 Rp./kWh zu Grunde.

## 6.4 Kostenträgerrechnung

Im Strombereich kann davon ausgegangen werden, dass die Kosten der Netzinfrastruktur vollumfänglich von den KonsumentInnen getragen werden. Eine Subventionierung durch die öffentliche Hand findet nicht statt.<sup>(6)</sup>

Inwieweit die Kostendeckung durch die KonsumentInnen im Rahmen einer verursacher-gerechte Gebührenstruktur (Anschlussgebühr, Aufteilung Mengenpreis und Grundgebühr) erfolgt, lässt sich wegen der vielfältigen Gebührenpraxis bei den Elektrizitätsversorgungsunternehmen generell nur schwer beurteilen. Immerhin kann festgehalten werden, dass die Elektrizitätsversorgungsunternehmen bis heute in ihren Netzgebieten eine Art „freiwillige Preissolidarität“ eingehalten haben: KundInnen mit dem gleichen Verbrauchsverhalten (Tages- und Jahresverbrauch, Lastprofile) haben die gleichen Netzbenutzungskosten pro kWh zu bezahlen, unabhängig von den tatsächlichen Kosten in den einzelnen Siedlungsgebieten.

Dies bedeutet, dass eine Quersubventionierung von tendenziell kostengünstigen (dichtbesiedelten) Gebieten zu teuren (dünnbesiedelten) Gebieten stattfindet.

## 6.5 Schlussfolgerungen

Die Stromversorgung als Infrastrukturbereich ist nicht nur unter dem Aspekt der Energieversorgung von ausserordentlicher Bedeutung, sondern stellt auch kostenmässig einen wichtigen Bestandteil dar. Je nach Siedlungs- und Ortstyp belaufen sich die Kosten für Erstellung und Betrieb (Netz und Netzsteuerung, Hausanschlüsse, Unterwerke, Trafostation usw.) auf 320 CHF (S5 in der Stadt) bis gut 3'800 CHF pro EinwohnerIn (Streusiedlung in der Randgemeinde). Damit liegen die spezifischen Kosten pro Kopf um höher als etwa bei der Wasserversorgung. In diesen Angaben sind die Energiekosten für den eigentlichen Stromverbrauch noch nicht enthalten.

Die relativen Kostendifferenzen zwischen den einzelnen Siedlungs- und Ortstypen fallen grösser aus als bei der Wasserversorgung. Am kostengünstigsten schneidet der Ortstyp Stadt ab (rund 380 CHF / EinwohnerIn), die höchsten Erschliessungs- und Betriebskosten sind in der Randgemeinde (knapp 1'000 CHF / EinwohnerIn) zu verzeichnen.

Im Unterschied zum Wasser- oder Abwasserbereich kann bei der Stromversorgung kaum mit bedeutenden Skalen- oder Synergieeffekten bei der Siedlungserweiterung gerechnet werden. Die langfristigen Grenzkosten für neue Siedlungen entsprechend daher den Durchschnittskosten.

Bezüglich der Kostendeckung ist festzuhalten, dass die Erschliessungskosten vollumfänglich durch die StromkonsumentInnen finanziert werden. Die Kostendeckung erfolgt einer-

---

6 Im Gegenteil flossen bisher über Gewinnabgaben und Konzessionsgebühren zum Teil erhebliche Mittel aus den Elektrizitätsversorgungsunternehmen an die öffentliche Hand (Gemeinde/Städte/Kantone).

seits durch Anschlussgebühren und andererseits als Bestandteil der bisherigen Strompreise.<sup>(7)</sup>

Innerhalb einzelner Netzgebiete kommt es bei der heutigen Gebührenstruktur zu Quersubventionierungen von tendenziell kostengünstigen (dichtbesiedelten Gebieten) zu teuren (dünnbesiedelten) Gebieten. Die Kosten werden also nicht vollständig verursachergerecht auf die Nutzniessenden übertragen.

---

7 Mit der Strommarktliberalisierung muss der Strompreis in Zukunft mindestens in die Komponente Energiekosten und Netzbenutzungskosten aufgedgliedert werden. Diese Aufteilung verändert allerdings die vorhandenen Kostendeckung nicht.

## 7 Infrastrukturbereiche Abfall, Telekommunikation und Energieversorgung

### 7.1 Vorbemerkung

Nach Abschluss der ersten Projektphase wurde entschieden, in welchen Infrastrukturbereichen das entwickelte Normkostenmodell anzuwenden war. Die Wahl fiel auf die in den Kapiteln 3 bis 6 ausführlich diskutierten Bereiche Abwasserentsorgung, Wasserversorgung, Verkehr und Stromversorgung.

Die drei Infrastrukturbereiche dieses Kapitels wurden nicht weiterverfolgt. Kapitel 7 gibt daher nur einen kurzen Überblick über die Problematik in diesen Bereichen. Zudem sollten die Ausführungen deutlich machen, warum in diesen Bereichen keine Vertiefung vorgenommen wurde.

### 7.2 Abfallentsorgung

Die Kosten für die Abfallentsorgung betragen etwa 100 bis 200 CHF / EinwohnerIn, fallen damit also durchaus ins Gewicht. Aus diesem Grund, und weil sich dieser Bereich für die Anwendung des entwickelten Normkostenmodells eignen würde, ist die folgende Diskussion ausführlicher gehalten als in den Bereichen Telekommunikation und Energieversorgung.

Die Diskussion konzentriert sich auf drei Fragestellungen:

- Im ersten Abschnitt werden wie in den Kapiteln 3 bis 6 die Systemgrenzen dargestellt und es wird ein Wirkungsmodell hergeleitet.
- In Abschnitt 7.2.2 wird aufgezeigt, wie das Normkostenmodell auf den Abfallbereich übertragen werden könnte.
- Der letzte Abschnitt geht schliesslich kurz auf die Frage der Kostenträger ein.

#### 7.2.1 Systemgrenzen und Wirkungsmodell

In einem ersten Schritt zeigen wir, wie die Siedlungsstruktur die Infrastrukturkosten beeinflusst. Die Ergebnisse könnten als Basis für eine spätere Datenerhebung dienen. Im Folgenden diskutieren wir die einzelnen Abgrenzungs- und methodischen Fragen.

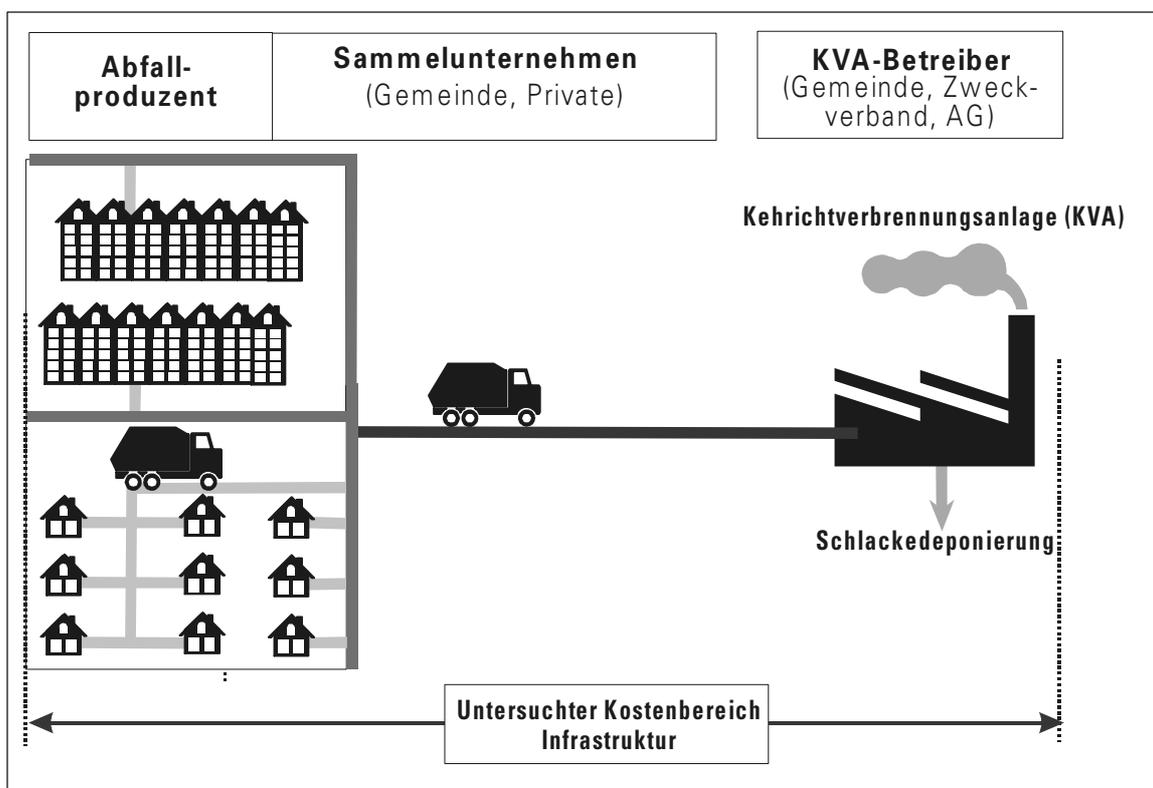
##### a) Welche Kostenbestandteile der Abfallentsorgung sind relevant?

Die nachfolgende Grafik zeigt, welche Infrastrukturkostenbestandteile im Bereich der Abfallentsorgung erhoben werden müssten. Es sind dies die folgenden Bereiche:

- Kosten für die Sammlung der Siedlungsabfälle, die Separatsammlungen und die Transporte zur Kehrichtverbrennungsanlage (KVA) oder den Verwertern von Separatsammelgut. Es müssten somit diejenigen Kosten eruiert werden, die beim Sammelunternehmen - in der Regel ist dies die Gemeinde - anfallen.
- Kosten der Abfallverbrennung und Schlackenentsorgung. Es wären die Kosten, die beim Betreiber der KVA anfallen, zu eruiern.<sup>(1)</sup>

Bei den Kosten ist zwischen Sammel-, Transportkosten und Verbrennungskosten zu unterscheiden, wie Grafik 7-1 deutlich macht.

**Grafik 7-1: Systemabgrenzung: Relevante Kostenbereiche der Abfallentsorgung**



### b) Wie beeinflusst der Siedlungstyp die Höhe der Abfallkosten?

Der Siedlungstyp beeinflusst die Sammelkosten für Siedlungsabfälle: Je dichter die Besiedlung, desto geringer die Wege und damit die Sammelkosten pro Tonne bzw. pro Kopf.

Der Siedlungstyp kann auch einen Einfluss auf den Abfallanfall pro EinwohnerIn haben (beispielsweise: geringerer Abfallanfall in Einfamilienhausquartieren wegen Verwertung der Gartenabfälle im eigenen Garten). Für die Sammelkosten sind aber in erster Linie die

<sup>1</sup> Die Kosten für allfällige kantonale Abfallabgaben und die Subventionen von Bund und Kanton werden im Rahmen der Kostenträgerrechnung berücksichtigt.

Wege und die Anzahl Stops - und weniger die „Füllung“ der Säcke - massgebend. Entsprechend könnte bei der Berechnung der Sammelkosten auf die Berücksichtigung der leicht unterschiedlichen Pro-Kopf-Mengen in den verschiedenen Siedlungstypen verzichtet werden.

### **c) Wie beeinflusst die kleinräumliche Lage die Höhe der Abfallentsorgungskosten?**

Die kleinräumliche Lage beeinflusst die Sammelkosten. Je peripherer eine Siedlung, desto höher die Sammelkosten. Allerdings dürfte dieser zusätzliche Weg kostenmässig kaum ins Gewicht fallen.

### **d) Wie beeinflusst der Ortstyp die Höhe der Abfallentsorgungskosten?**

Der Ortstyp beeinflusst sowohl die Sammel- als auch die Transportkosten:

- ❑ **Kosten für die Sammlung der Siedlungsabfälle:** In städtischen Gebieten sind einerseits die Wege kürzer (dies wird bereits beim Siedlungstyp berücksichtigt), andererseits variieren aber auch die Kostensätze (Grössenvorteile der Stadt bzw. Agglomeration).
- ❑ **Kosten der Separatsammlungen (Grüngut, Glas, usw.):** Es sind dies die Kosten für die Bereitstellung der Sammelcontainer, der Abtransport und die Kosten bzw. Erträge der Verwertung des Separatsammelguts.
- ❑ **Länge und Kosten des Transports zur KVA:** Neben den Sammelkosten sind auch die Transportkosten zur nächsten KVA relevant. Je länger die Distanz zur nächsten KVA, desto höher die Kosten. Da die KVAs häufiger in der Nähe von grösseren Agglomerationen zu finden sind (aber nicht ausschliesslich), könnte wohl davon ausgegangen werden, dass die Distanz zur KVA bei Regionalzentren und Randgemeinden grösser ist als bei den Ortstypen Stadt und Agglomeration.

### **e) Welche Fremdeinflüsse haben erheblichen Einfluss auf die Höhe der Abfallentsorgungskosten?**

Die wichtigsten oben noch nicht diskutierten Einflussfaktoren, welche die Kosten der Abfallentsorgung wesentlich mitbestimmen, sind:

- ❑ **Verbrennungskosten:** Die KVAs der Schweiz weisen sehr unterschiedliche Verbrennungskosten (in Franken pro Tonne) auf. Die wichtigsten Gründe für die unterschiedlichen Verbrennungskosten sind: Alter der Anlage, erhaltene Subventionen, Grösse der Anlage, usw. Bei der Anwendung des Kostenmodells könnte für die Bestimmung der durchschnittlichen Verbrennungskosten von einer Neuanlage ausgegangen werden.<sup>(2)</sup>

---

2 Kosten für die direkte Deponierung von Siedlungsabfällen könnten vernachlässigt werden, da gemäss den geltenden gesetzlichen Bestimmungen die Deponierung von Siedlungsabfällen künftig gänzlich verboten sein wird.

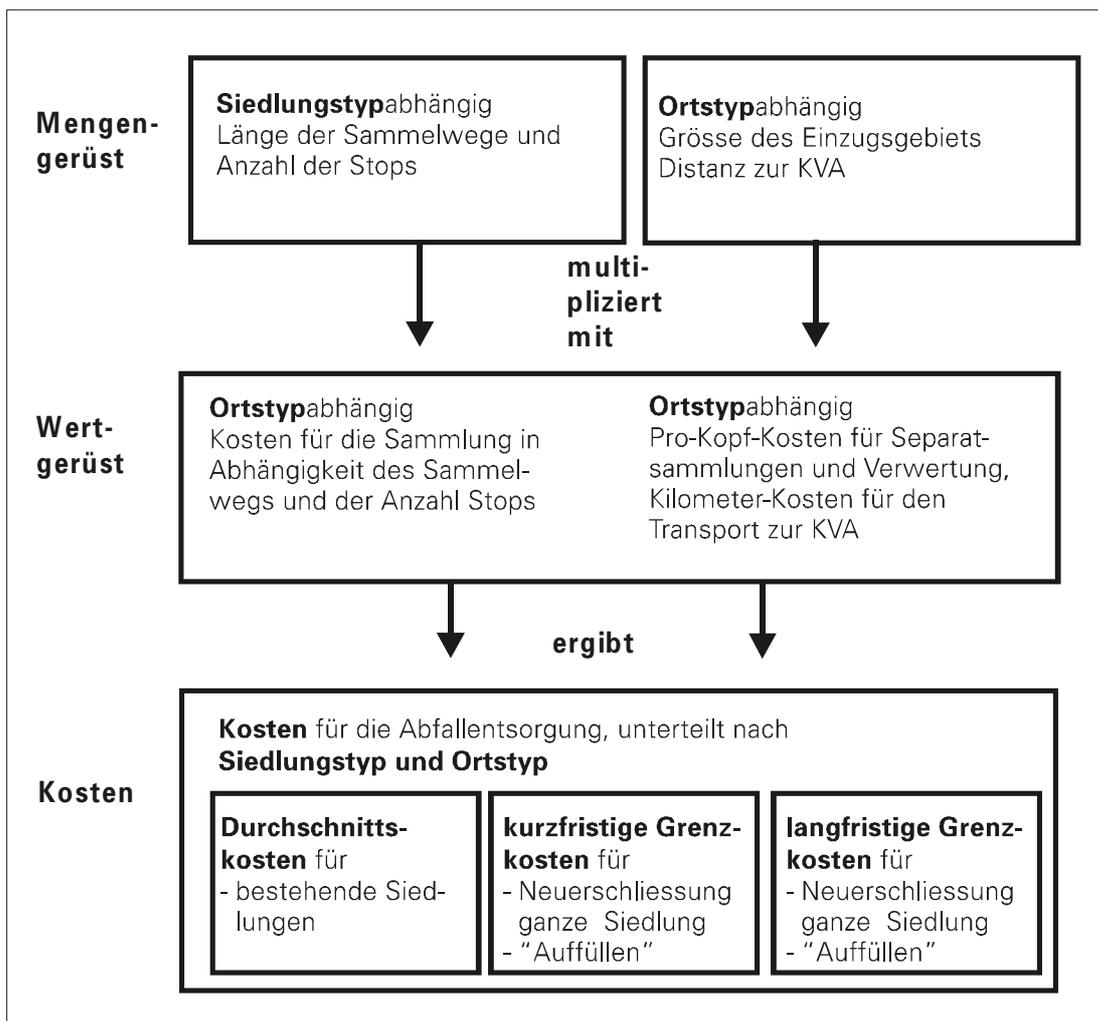
- **Nähe zur KVA:** Wie oben dargelegt, ist die durchschnittliche Distanz von der Stadt und Agglomeration zur nächsten KVA kleiner als bei Regionalzentren und Randgemeinden. In günstigen Fällen können aber auch die Regionalzentren und Randgemeinden von der Nähe zur KVA profitieren. In ungünstigen Fällen - mit grosser Distanz zur KVA - sind hohe Transportkosten zu erwarten.

Wie sich diese Fremdeinflüsse auf die Infrastrukturkosten auswirken können, wäre im Rahmen einer Sensitivität zu analysieren: Die Durchschnittskosten werden nach unten (bei „günstigen Bedingungen“) bzw. nach oben angepasst (bei „ungünstigen Bedingungen“). Damit kann beurteilt werden, wie stark die Kostenunterschiede in der Siedlungsstruktur durch die Kostenunterschiede, die sich auf Grund günstiger oder ungünstiger Fremdeinflüsse ergeben, überlagert werden.

## 7.2.2 Mengen- und Wertgerüst

Grafik 7-2 zeigt eine Konkretisierung des Normkostenmodells für den Abfallbereich.

**Grafik 7-2: Normkostenmodell Abfallentsorgung**



Das Normkostenmodell in Grafik 7-2 könnte als Grundlage für den Aufbau eines Mengen- und dem Wertgerüsts für den Abfallbereich dienen. Wie in den anderen Infrastrukturbereichen ergeben sich die Kosten für die Abfallentsorgung aus der Multiplikation des Mengengerüsts mit dem Wertgerüst.

Als Quellen für die Erhebung des Mengen- und Wertgerüsts könnten folgende dienen:

- Kosten in Abhängigkeit der Sammelwege und Anzahl Stops für Siedlungstypen: Expertengespräch mit einer Transportunternehmung
- Kosten für Transportwege: Expertengespräch mit Transportunternehmungen und Auswertung von BUWAL-Daten
- Verbrennungskosten und Kosten der Separatsammlungen: BUWAL-Daten und Expertengespräch mit BUWAL-Vertreter.

### 7.2.3 Kostenträgerrechnung

Was gilt es im Bereich der Abfallentsorgung aus „Kostenträgersicht“ zu beachten? Die **Nutzniessenden** (hier die AbfallverursacherInnen) müssen gemäss den geltenden gesetzlichen Bestimmungen die gesamten Kosten der Abfallentsorgung tragen. Heute ist weitgehend sicher gestellt, dass keine Gemeindesteuergelder mehr in die Abfallentsorgung fliessen. Auch die Subventionen des Bundes und der meisten Kantone sind stark rückläufig, so dass die Nutzniessenden in Zukunft die vollen Kosten der Abfallentsorgung tragen werden.

Trotz dieser in Zukunft zu erwartenden Kostendeckung ist auf folgende Probleme aufmerksam zu machen:

- Auch wenn die Gesamtheit der Nutzniessenden über die Abfallgebühren die vollen Kosten deckt, heisst dies noch nicht, dass das Verursacherprinzip durchgesetzt wird. Neben der Gebührenhöhe ist auch die Gebührenstruktur (Aufteilung Sackgebühr und Grundgebühr) verursachergerecht auszugestalten. Aus den einzelnen Kostenelementen würden sich Rückschlüsse auf eine verursachergerechte Gebühr ableiten lassen.
- Selbst wenn alle Kosten der technischen Abfallentsorgung gedeckt sind, ist das Verursacherprinzip noch nicht vollständig durchgesetzt. Der Transport und die Verbrennung der Abfälle verursacht Luftschadstoffemissionen, welche die Gesundheit der Menschen schädigen kann. Wie im Verkehrsbereich bestehen auch hier externe Folgekosten. Mit Hilfe von Analogieschlüssen (Anteil der Abfalltransportfahrten und der KVA-Emissionen an den gesamten Emissionen) könnten diese „externen Kosten“ berücksichtigt werden.

### 7.2.4 Schlussfolgerungen

Die Abfallentsorgung ist ein bedeutender Infrastrukturbereich. Die Kosten für die Abfallentsorgung sind vom Siedlungs- und Ortstyp abhängig, variieren aber beispielsweise viel weniger stark als die Abwasserentsorgung. Die Art und Weise der künftigen Siedlungsentwicklung hat somit einen beschränkten Einfluss auf die Kosten im Abfallentsorgungsbereich.

Ausgehend von den bisher gemachten Überlegungen schätzen wir, dass der siedlungs- und ortstypabhängige Teil der Kosten der Abfallentsorgung nicht mehr als 50 CHF pro Kopf beträgt.

## 7.3 Telekommunikation

Die Ausgangslage und die Perspektiven präsentieren sich in diesem Infrastrukturbereich in aller Kürze zusammengefasst wie folgt:<sup>(3)</sup>

- Die Schweiz ist eines der besterschlossenen Länder der Welt. Dies betrifft sowohl den Erschliessungsgrad als auch die Qualität der Erschliessung. 1997 bestand allein das Glasfasernetz der Telecom (heute Swisscom) 420'000 km. Auch abgelegene Ortschaften waren bereits 1997 mit moderner ISDN-Technologie erschlossen. Angeboten wurden auch Hausanschlüsse mit Glasfaserkabeln (oder Richtstrahl-Technologie). Damit weist die Schweiz das dichteste Glasfasernetz der Welt auf. Angesichts der rasanten technologischen Entwicklung dürfte sich die Situation in der Zwischenzeit weiter verbessert haben.
- Mit dem Anfang 1998 in Kraft getretenen neuen Fernmeldegesetz bleibt die Grundversorgung in allen Regionen der Schweiz gewährleistet. Der Standard der Grundversorgung entspricht dem Stand der Technik und kann durch den Bundesrat den technologischen Entwicklungen angepasst werden. Für die Erbringung dieser Grundversorgung wird eine Konzession vergeben.<sup>(4)</sup> Konzessionär wird, wer die Grundversorgung einer bestimmten Region am günstigsten erbringen kann. Die Grundversorgung wird durch die Konzessionsgebühren der Telekommunikationsdiensteanbieter finanziert. So werden auch "Rosinenpicker" zur Mitfinanzierung beigezogen. Der Staat leistet keinen finanziellen Beitrag an die Grundversorgung.
- Die Öffnung des Marktes im Telekommunikationsbereich hat bewirkt, dass verschiedene Anbieter in scharfem Wettbewerb untereinander stehen. Konkurrenzfähig ist nur, wer über ein weitverzweigtes Netz und über eine Mindestzahl an Abonnements verfügt. Aus diesen und aus Imagegründen sind auch Abonnenten an peripheren Standorten gefragte potenzielle Kundinnen und Kunden.

---

3 Quellen: Telecom, Basiserschliessung mit Breitbandnetz, Referat Hr. Hänni vom 12.8.1997, Infrac und Oetterli J. (1999), Liberalisierung und Grundversorgung,

4 Bis ins Jahr 2003 ist die Swisscom zuständig für die Grundversorgung.

- Im Telekommunikationsbereich differieren die Kosten weniger zwischen Zentrum und Peripherie, sondern vielmehr zwischen rentablen und unrentablen Kunden. Dies wird ein Grund dafür sein, dass die Swisscom für die Grunderschliessung keine Entschädigung verlangt.
- Das Volumen der Grundversorgung ist verglichen mit dem gesamten Marktvolumen völlig unbedeutend.
- Die technologische Entwicklung (Mobil- und Satellitentelefonie, drahtlose Teilnehmernanschlüsse WLL (wireless local loops)) wird bewirken, dass die siedlungsstrukturebedingten Unterschiede bei den Kosten im Telekommunikationsbereich noch geringer werden als sie es heute schon sind.

Vor diesem Hintergrund und auch angesichts der Erfahrung, dass Unternehmen, welche im scharfen Wettbewerb stehen, mit der Herausgabe von Kostendaten sehr zurückhaltend sind, ist der Telekommunikationsbereich nicht in diese Untersuchung integriert worden.

## 7.4 Energieversorgung

Neben der in Kapitel 6 behandelten Stromversorgung gibt es mit der Gas- und Fernwärmeversorgung weitere leitungsgebundene Energieträger mit erheblichen Infrastrukturinvestitionen. Die Problematik ist allerdings nur teilweise mit der Stromversorgung vergleichbar, da Fernwärme- und Gasversorgung nur in mehr oder weniger dicht besiedelten Gebieten angeboten werden.

Im Weiteren haben in der Regel die KonsumentInnen in fernwärme- oder gasversorgten Gebieten die freie Wahl sich ans Netz anschliessen zu lassen oder auf andere Energieträger zu setzen (beispielsweise Öl). Die Finanzierung des Anschlusses erfolgt verursachergerecht.

Vor diesem Hintergrund könnte sich eine vertiefte Analyse in diesem Infrastrukturbereich auf die Problematik der externen Kosten konzentrieren, welche durch den Energieverbrauch verursacht werden. Ein denkbares Vorgehen wäre:

- Berechnung der Energieverbräuche in den einzelnen Siedlungstypen (S1 bis S5)<sup>(5)</sup>
- Bestimmung der externen Kosten für die einzelnen Siedlungstypen abhängig vom Energieträger (Gas, Oel, Strom, erneuerbare Energien usw.) aus der bestehenden Literatur
- Berechnung der Unterschiede in den externen Kosten in Abhängigkeit von folgenden Faktoren:
  - Gas- oder Fernwärmeanschluss möglich (für Ortstyp Stadt, Agglo, evtl. Regionalzentrum) oder nicht möglich (Randgemeinden, Streusiedlungen)
  - Nutzung erneuerbarer Energien möglich (beispielsweise Grundwasserwärme, usw.)

---

5 Die EFH haben leicht höhere Energieverbräuche pro Kopf als REFH oder dichter besiedelte Gebäude.

## 8 Infrastruktur im weiteren Sinn

### 8.1 Einleitung

Im vorliegenden Kapitel werden die Auswirkungen unterschiedlicher Siedlungsstrukturen auf die **Infrastruktur im weiteren Sinn** untersucht. Einleitend schätzen wir in Abschnitt 8.2 die relative Bedeutung dieses Infrastrukturteils gemessen am Gemeindehaushalt ab und stellen generelle Überlegungen zum Einfluss der Siedlungsstrukturen auf diese Kosten an.

Anschliessend werden die folgenden Bereiche untersucht: **Gesundheitswesen** (Abschnitt 8.3), **Sicherheit** (Abschnitt 8.4), **Bildung** (Abschnitt 8.5), **Soziales** (Abschnitt 8.6), **Kultur, Freizeit und Sport** (Abschnitt 8.7) sowie **Allgemeine Verwaltung** (Abschnitt 8.8). Wir gehen der Frage nach, in welchem Ausmass die Kosten in diesen Bereichen von unterschiedlichen Siedlungsstrukturen abhängen resp. beeinflusst werden (Wirkungsmodell). Zudem identifizieren wir die jeweiligen Kostenträger und zeigen auf, in welchem Ausmass die Kosten zu Lasten Dritter externalisiert werden.

Bei diesen Abklärungen geht es nicht darum, das differenzierte Normkostenmodell auf die Infrastruktur im weiteren Sinne anzuwenden. Die getroffenen Aussagen beruhen entsprechend nicht auf Berechnungen, sondern auf einer Literaturlauswertung, die wo nötig durch telefonische Expertenbefragungen ergänzt wurde.

Die wenigen verfügbaren quantitativen Angaben stammen denn auch aus der Literatur resp. aus den geführten Expertengesprächen. In der amerikanischen Literatur, wo sich das Problem der Zersiedelung in ganz anderen Dimensionen bewegt, finden sich einige Hinweise auf die Grössenordnung der zu erwartenden Kostenunterschiede. Die Übertragung dieser Angaben auf die Schweiz ist nur sehr begrenzt möglich.

### 8.2 Bedeutung der 'Infrastruktur im weiteren Sinn'

#### a) Gesamtkosten: Bedeutung der „Infrastruktur im weiteren Sinn“

Im Rahmen einer von den Planungsämtern der Kantone AG, BL und SO in Auftrag gegebenen Studie<sup>(1)</sup> wurden 20 Nordwestschweizer Gemeinden hinsichtlich der Bedeutung verschiedener Kostenbereiche untersucht. Unterschieden wurden namentlich:

- Sozio-demografisch bedingte Kosten:** Allgemeine Verwaltung, Öffentliche Sicherheit, Bildung, Kultur und Freizeit, Gesundheit, Soziale Wohlfahrt, Finanzen und Steuern
- Baulich-technisch bedingte Kosten:** Verkehr, Umwelt und Raumordnung, Volkswirtschaft.

---

1 PSP (1999), Kosten und Nutzen siedlungsplanerischer Massnahmen.

Die Studie kommt zum Schluss, dass die sozio-demografisch bedingten Infrastrukturkosten den Gemeindehaushalt deutlich stärker belasten als dies die Kosten für die baulich-technische Infrastruktur tun. Der Anteil der Pro-Kopf-Ausgaben des sozio-demografischen Bereiches liegt in der laufenden Rechnung des Gemeindehaushalts bei 81 % bis 84 %.<sup>(2)</sup> In der Investitionsrechnung stellt die Studie denselben Zusammenhang fest, allerdings weniger ausgeprägt.<sup>(3)</sup>

Neben der Auswertung dieser jüngsten Studie zum Thema sind laufende Rechnungen für verschiedene Zentrums- und Umlandgemeinden der Agglomeration Bern auf den oben beschriebenen Zusammenhang hin untersucht worden sind.<sup>(4)</sup> Auch hier zeigt sich, dass der sozio-demografisch bedingte Infrastrukturbereich die laufenden Gemeinderechnungen deutlich dominiert: Die entsprechenden Anteile schwanken im Bereich um 75% des totalen Aufwandes der laufenden Rechnung.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die beschriebenen Anteile in ihrer Grössenordnung für die meisten Gemeinden gelten. Entsprechend kann auch der Schluss gezogen werden, dass die Kosten der Infrastruktur im weiteren Sinn aus **kommunaler Sicht** von grösserer Bedeutung sind als die Kosten für die technische Infrastruktur.

Aus der **Sicht der vorliegenden Studie** interessieren nicht die Totalkosten des betrachteten Infrastrukturbereichs, sondern in erster Linie die Kostendifferenzen, welche auf unterschiedliche Siedlungsstrukturen zurückzuführen sind. In Abschnitt b) sollen einige generelle Überlegungen zu diesem Sachverhalt zusammengefasst werden.

Für die Fragestellung der vorliegenden Untersuchung ist weiter festzuhalten, dass bei der Analyse der Infrastrukturkosten nicht die kommunale Sicht, sondern der Ressourcenverzehr insgesamt im Vordergrund steht. Aus obiger Argumentation kann nicht der Schluss gezogen werden, die Kosten der Infrastruktur im weiteren Sinn seien insgesamt deutlich höher als jene der technischen Infrastruktur (oder Infrastruktur im engeren Sinn). Richtig ist nur, dass der Gemeindehaushalt weniger stark belastet wird. Dies liegt natürlich daran, dass in verschiedenen technischen Infrastrukturbereichen über Abgaben- und Gebührenerhebung ein hoher Kostendeckungsgrad erreicht wird (vgl. dazu die Abschnitte „Kostenträgerrechnung“ in den Kapiteln 3 bis 6) und entsprechend keine / geringe Gemeindemittel in diese Infrastrukturbereiche fliessen, sondern die privaten Haushalte und Unternehmen für die Infrastrukturkosten aufkommen.

## **b) Durch Zersiedelung ausgelöste Mehrkosten**

Der Grad der Zersiedelung beeinflusst die Kosten einer Dienstleistung dann besonderes stark, wenn diese zwingend von einem zentralen Standort hin zu sämtlichen Haushalten

---

2 PSP (1999), Kosten und Nutzen siedlungsplanerischer Massnahmen, Seite 21.

3 PSP (1999), Kosten und Nutzen siedlungsplanerischer Massnahmen, Seite 23.

4 Die Datengrundlagen stammen aus ECOPLAN (1997), Zentrumslasten und -nutzen, Bericht im Rahmen des Projekts Aufgabenteilung Kanton/Gemeinden im Kanton Bern, Teilprojekt 2: Finanz- und Lastenausgleich, Arbeitsgruppe Regionaler Lastenausgleich RELA.

gebracht werden muss (z.B. Wasser, Abwasser und Energie, aber auch Sicherheit (Polizei, Feuerwehr) sowie Ambulanzdienste).

Während leitungs- resp. netzgebundene Infrastrukturanlagen (Ver- und Entsorgung, Infrastruktur im engeren Sinn) auf Spitzenlasten ausgerichtet werden müssen, ist dies im Bereich der Infrastruktur im weiteren Sinn nicht der Fall. Vielmehr sind es oft die politisch definierten Sicherheits- oder Qualitätsniveaus, welche die Dimensionierung der betreffenden Dienstleistungen und damit die entsprechenden Kostenfolgen bestimmen.<sup>(5)</sup> Zudem können Spitzenlasten beispielsweise durch Provisorien oder durch intensivierete Zusammenarbeit mit anderen Gemeinden abgedeckt werden (vgl. dazu insbesondere den Bereich Bildung und Erziehung).<sup>(6)</sup> Weil diese Versorgungsleistungen in der Regel auf eine durchschnittliche Benutzung ausgerichtet werden können, erwarten wir hier bedeutend kleinere Kostenunterschiede in Abhängigkeit der Siedlungsstruktur als im Falle der netzabhängigen Infrastruktur.<sup>(7)</sup>

Zu diesem Ergebnis kommt auch eine im Auftrag der Österreichischen Raumordnungskonferenz (ÖROK) verfasste Studie. Demnach weisen die Kosten für die soziale Infrastruktur (Kindergarten, Volksschule, Spiel- und Sportplatz, Altenpflegeheim) eine schwächere Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur auf als jene des technisch-baulichen Bereichs. Eine Aufschlüsselung dieser Kosten auf die verschiedenen Bereiche wird auch dort nicht vorgenommen.<sup>(8)</sup>

### **c) Fazit**

Aus kommunaler Sicht sind die Kosten für die Infrastruktur im weiteren Sinn bedeutend: Mit Anteilen um 75% - 80% dominieren sie den Gesamthaushalt der Gemeinden deutlich.

Aus verschiedenen Untersuchungen geht hervor, dass der Einfluss unterschiedlicher Siedlungsstrukturen auf diesen Infrastrukturteil jedoch vergleichsweise gering ist. Die Fokussierung der vorliegenden Studie auf den Bereich der Infrastruktur im engeren Sinn (baulich-technische Infrastruktur) ist deshalb sinnvoll. Trotzdem sollen in den folgenden Kapiteln kurze qualitative Einschätzungen vorgenommen werden.

---

5 Hezel D., Höfler H., Kandel L und Linhardt A., Siedlungsformen und soziale Kosten, Seite 100. Hier wird von politisch festzulegenden 'Bedarfsrichtwerten' für unterschiedliche Siedlungstypen gesprochen. Eine Differenzierung in diesem Sinn ist gemäss dieser Studie allerdings nur für bestimmte Freiflächen sachlich gerechtfertigt. Alle anderen Einrichtungen (Schulen, Kindergärten, Spiel- und Sportplätze, Turnhallen, Freibäder, Parks) sind demnach siedlungstypneutral.

6 AGR (1998), Räumliche Entwicklung und Finanzen - ein Gegensatz?, Seite 29.

7 Zum selben Ergebnis kommen auch PSP (1999), Kosten und Nutzen siedlungsplanerischer Massnahmen, Seite 40.

8 ÖIR (1999), Siedlungsstruktur und öffentliche Haushalte, Seite 60. Gerechnet wird für die soziale Infrastruktur mit Kosten von etwa 100'000 ATS bis 130'000 ATS je Wohneinheit (11'700 CHF bis 15'200 CHF, Interbank Kassakurs vom 13.01.2000).

## 8.3 Gesundheitswesen

### a) Relevante Kosten

Die Leistungen im Gesundheitswesen werden in den meisten Fällen von den Patienten beim nächsten Arzt oder Spital 'abgeholt' und müssen entsprechend nicht über ein kostspieliges Netz verteilt werden. Bau und Betrieb von Spitälern sind nicht von den kleinräumigen Siedlungsstrukturen, sondern vielmehr von der überregionalen Planung abhängig.

Ausnahmen hiervon sind **Ambulanz- und andere Rettungsdienste** einerseits sowie unter Umständen gewisse Gesundheitsleistungen für betagte und invalide Personen (z.B. Spitex). Kostenintensiv sind im Bereich der Ambulanz- und Rettungsdienste insbesondere Rettungseinsätze auf dem Luftweg. Deren Kosten können in der Regel nicht auf unterschiedliche Siedlungsstrukturen zurückgeführt werden. Allenfalls können kostspielige Einsätze in abgelegenen Gebieten - z.B. im Falle von Naturkatastrophen - als kostentreibende Beispiele (der dezentralen Besiedelung) aufgeführt werden.

### b) Wirkungsmodell

Geht man davon aus, dass politisch und gesellschaftlich eine gewisse flächendeckende Mindestversorgung mit Ambulanz- und Rettungsdiensten gefordert wird (z.B. Erreichbarkeit sämtlicher Haushalte innerhalb von 30 Minuten), so ergibt sich entsprechend eine höhere Abhängigkeit der Kosten von unterschiedlichen Siedlungsstrukturen.<sup>9)</sup> Bei gegebener Einwohnerzahl muss ein definiertes Leistungsniveau in zersiedelten Gebieten über eine grössere Fläche hinweg sichergestellt werden, was sich entsprechend in höheren Betriebskosten äussert.

Besteht keine Versorgungsvorgabe der beschriebenen Art, so ist in zersiedelten Gegenden bei Notfällen mit entsprechend längeren Wartezeiten und damit höheren Risiken für die Bevölkerung zu rechnen.

### c) Kostenträger

Die Kosten des Gesundheitswesens werden in aller Regel von Kranken- und Unfallversicherungen gedeckt und nicht vollumfänglich von den unmittelbar Nutzniessenden bezahlt. Soweit dies der Fall ist, werden allfällige zersiedelungsbedingte Zusatzkosten des Gesundheitswesens zumindest teilweise auf das Versicherungssystem überwält und somit ebenfalls von der Allgemeinheit getragen.

---

9 Northern Illinois University and the American Farmland Trust (1999), Living on the Edge: The Costs and Risks of Scatter Development. Die Studie kommt zum Schluss, dass in zersiedelten Gegenden mit Wartezeiten gerechnet werden muss, welche bis zu 50% höher sind als in dicht besiedelten Gegenden.

#### **d) Fazit**

Bezüglich der zersiedelungsbedingten Kostenunterschiede im Gesundheitswesen ist vor allem das politisch und gesellschaftlich geforderte Versorgungsniveau mit entsprechenden Leistungen von Bedeutung. Je besser die Versorgung mit Ambulanz- und Rettungsdiensten auch in zersiedelten Gegenden zu erbringen ist, desto höher sind die zusätzlichen Kosten in zersiedelten Gebieten. Abgesehen davon geht aus der untersuchten Literatur analog zu unseren Überlegungen lediglich eine schwache Abhängigkeit der Kosten des Gesundheitswesens von der Siedlungsstruktur hervor.<sup>(10)</sup>

### **8.4 Sicherheit: Polizei, Feuerwehr, Zivilschutz**

#### **a) Relevante Kosten**

Als zersiedelungsabhängig sind im Bereich des Feuerschutzes die Kosten der Brandverhütung und -versicherung, die Kosten im Brandfall sowie jene der Löschdienste zu erwähnen. In den Bereichen der Kantons- und Gemeindepolizei sowie des Zivilschutzes sind die Kostendifferenzen insbesondere im Zusammenhang mit der Sicherstellung einer flächendeckenden Versorgung mit den entsprechenden Sicherheitsdienstleistungen zu sehen.

#### **b) Wirkungsmodell**

In allen drei angesprochenen Bereichen sind es insbesondere die längeren Wege hin zu den jeweiligen Einsatzorten, welche zusätzliche Kosten verursachen. Analog zum Gesundheitswesen gilt auch hier, dass eine politisch definierte Mindestversorgung (z.B. Erreichbarkeit aller Siedlungen innerhalb einer gewissen Zeitlimite) ihren siedlungsstrukturabhängigen Preis hat.

Ansonsten ergibt sich aus der betrachteten Literatur<sup>(11)</sup> lediglich eine schwache Abhängigkeit der Kosten von der Siedlungsstruktur. Die wichtigsten Wirkungszusammenhänge in den Bereichen Feuerwehr, Polizei und Zivilschutz sind in den folgenden Abschnitten zusammengefasst.

Der Betrieb der **Feuerwehr** fällt in den Kompetenzbereich der Gemeinden. Für die Kostendifferenzen ist in erster Linie das politisch und gesellschaftlich geforderte Versorgungsniveau relevant. Um eine vergleichbare Versorgung sicherzustellen, muss in einer stark zersiedelten Gemeinde ein vergleichsweise weitläufigeres und damit teureres Hydrantennetz betrieben werden. Zudem ist unter Umständen der Betrieb mehrerer Feuer-

---

10 Vgl. dazu auch PSP (1999), Kosten und Nutzen siedlungsplanerischer Massnahmen.

11 Vgl. hierzu z.B. Hezel D., Höfler H., Kandel L und Linhardt A., Siedlungsformen und soziale Kosten, Seiten 18 und 107.

wehrstationen mit dem entsprechenden Personal sowie Material- und Fahrzeugpark notwendig.

Sieht man von solchen Mindestanforderungen ab, so haben die Gebäudebesitzer in zersiedelten Gebieten im Notfall mit längeren Wartezeiten und entsprechend höheren Schäden zu rechnen. Aus diesem höheren Risiko ergibt sich ein Bedarf an zusätzlichen Brandschutzmassnahmen und Versicherungsvorkehrungen.

Insbesondere bei den Gebäudeversicherungen (Brandschutz) können sich zusätzliche Kosten ergeben, wenn der Zersiedelungsgrad einer Region in die Prämienberechnung der Versicherer einfließt.<sup>(12)</sup> Die entsprechenden Vorschriften sind auf kantonaler Ebene geregelt und damit sehr unterschiedlich.<sup>(13)</sup>

In dicht bebauten Siedlungsgebieten ist in Notfällen auf Grund der kürzeren Wege hin zu den Einsatzorten zwar mit vergleichsweise kurzen Wartezeiten zu rechnen. Bei vergleichbarem Gefahrenpotential<sup>(14)</sup> besteht in dicht bebauten Gebieten jedoch ein relativ höheres Risiko, dass ein Brand auf weitere Gebäude übergreift, eine höhere Anzahl Personen gefährdet und höheren Sachschaden anrichtet.

Die Präsenz der **Kantonspolizei** (Polizeiposten) richtet sich im Allgemeinen nach den Sicherheitsnotwendigkeiten (Anzahl Einwohner, Struktur/Alter, soziale Verhältnisse, Verkehrsaufkommen, besondere Gefahrenquellen, Entwicklungstendenz, gemeindepolizeiliche Organisation). Neben diesen Faktoren ist die Sicherstellung der polizeilichen Grundversorgung ein bedeutendes Kriterium (z.B. beim Entscheid für die Aufhebung resp. Einführung eines Polizeipostens). Im Kanton Bern wird darunter beispielsweise die 'Bewältigung der sicherheits-, kriminal- und verkehrspolizeilichen Grundaufgaben' verstanden. Einsatzzeiten werden sowohl für den Einsatz in dichtbesiedelten Gebieten als auch in Randregionen definiert, aber nicht veröffentlicht.

Für die zersiedelungsbedingten Kosten der von den Kantonspolizeien erbrachten Leistungen sind wiederum die politisch und gesellschaftlich geforderten Mindestanforderungen von zentraler Bedeutung. Der Betrieb zusätzlicher Polizeiposten in zersiedelten Regionen auf Grund hoher Sicherheitsanforderungen hat ihren entsprechenden Preis.

Sieht man von solchen Anforderungen ab, haben EinwohnerInnen in zersiedelten Regionen in Notfällen mit längeren Wartezeiten und damit einer vergleichsweise schlechteren Versorgung zu rechnen. Allerdings sehen wir auf Grund der uns zur Verfügung stehenden Informationen in diesem Bereich keine wesentlichen Kostenunterschiede. Die Anzahl Polizeistationen hat sich in den vergangenen Jahren generell rückläufig entwickelt. Zum Einsatz kommen an deren Stelle vermehrt mobile Einsatzteams.<sup>(15)</sup>

---

12 Hezel D., Höfler H., Kandel L und Linhardt A., Siedlungsformen und soziale Kosten, Seite 107.

13 Im Kanton Bern spielt die Siedlungsstruktur bei der Prämienberechnung keine Rolle. Die Höhe der Prämie ist abhängig von der Bauart des betreffenden Gebäudes und den entsprechend unterschiedlichen Brandrisiken. Die örtliche Lage der Gebäude, die Verfügbarkeit eines Hydrantennetzes resp. die Existenz einer professionellen Feuerwehr beeinflusst diese Prämien nicht (telefonische Auskunft der Gebäudeversicherung des Kantons Bern, Herrn Moser, sowie des Amtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe des Kantons Bern, Herrn Stalder).

14 Existenz von Industrie und Gewerbe mit vergleichsweise hohen Brandrisiken sowie andere Gefahrenquellen.

15 Auskunft von Herrn Peter Abelin, Kommando der Kantonspolizei Bern, Informationsstelle.

Die Organisation der **Gemeindepolizei** wird in kantonalen Polizeigesetzen geregelt. Im Kanton Bern beispielsweise hat der Gemeinderat die Aufgaben der Sicherheits- und Verkehrspolizei auf dem Gemeindegebiet auszuüben resp. an entsprechend ausgebildete Personen zu delegieren.<sup>(16)</sup> Wie die vorgeschriebenen Leistungen im Einzelnen erbracht werden, ist Sache der Gemeinden. Auch hier gilt, dass höhere Sicherheitsanforderungen mit höheren Kosten verbunden sind. Auf Grund der längeren Wege hin zu den Einsatzorten ist ein gegebenes Sicherheitsniveau in dichter besiedelten Gebieten vermutlich kostengünstiger zu erbringen.<sup>(17)</sup> Im Zusammenhang mit der **Kriminalität** kann allenfalls auch von negativen Effekten verdichteter bebauter Gebiete gesprochen werden, wo auf Grund von Ballungseffekten tendenziell mit einer höheren Anzahl Delikte zu rechnen ist.

Im **Zivilschutzbereich** wird davon ausgegangen, dass die Distanz zur nächstgelegenen Zivilschutzanlage (ZSA) nicht mehr als 1 km oder 20 Fussmarsch-Minuten betragen darf. Entsprechend bedarf ein weiträumig zersiedelter Raum zahlreiche vergleichsweise klein dimensionierte ZSA, welche betrieben und unterhalten werden müssen. Im Vergleich dazu können in städtischen Gebieten grösser dimensionierte Anlagen gebaut werden, die aber bedeutend höhere Erstllkosten aufweisen.<sup>(18)</sup> Zudem kann argumentiert werden, dass verdichtete Siedlungsgebiete vergleichsweise krisenanfälliger sind.<sup>(19)</sup> Im Falle gewisser technischer oder Naturkatastrophen sind in solchen Gegenden mehr EinwohnerInnen und Einwohner gefährdet als in zersiedelten Gebieten. Die entscheidenden Faktoren sind aber überwiegend in der geografischen Nähe zu potentiellen lokalen Katastrophenquellen (Flüsse, chemische Industrie etc.) zu sehen und nicht in der kleinräumigen Siedlungsstruktur.

### c) Kostenträger

Werden im Bereich des **Feuerschutzes** auf Grund der zersiedelten Struktur zusätzliche Brandschutz- resp. Versicherungsmassnahmen von den Gebäudebesitzern verlangt, so fallen diese bei den direkten Nutzniessern dieser Massnahmen an und sind damit aus ökonomischer Sicht kein Kostenproblem. Weil die Organisation der Feuerwehr in den Kompetenzbereich der Gemeinden fällt, werden die Kosten hoher Sicherheitsniveaus via Gemeindehaushalt auch von denjenigen Personen finanziert, welche davon profitieren können.<sup>(20)</sup> Unterstützt der Kanton die Gemeinden im Bereich der Feuerwehr mit Kantonsbeiträgen, so werden die höheren, zersiedelungsbedingten Kosten zumindest teil-

---

16 Kantonales Polizeigesetz, Artikel 9 - 13.

17 Northern Illinois University and the American Farmland Trust (1999), Living on the Edge: The Costs and Risks of Scatter Development. Die Wartezeiten für Polizeieinsätze sind in der untersuchten Region bis zu sechs mal länger als der nationale Durchschnitt.

18 Dies auf Grund höherer Bodenpreise und weil oft zwei teure Untergeschosse gebaut werden müssen, während in kleinen Anlagen 1 Untergeschoss ausreicht (telefonische Auskunft von Herrn Aebi, Amt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe des Kantons Bern).

19 Hezel D., Höfler H., Kandel L und Linhardt A., Siedlungsformen und soziale Kosten, Seite 178.

20 Betrachtet man nicht die Gemeinde, sondern die einzelnen Gebäude als kleinste Einheiten, so führt die gleichwertige Versorgung abgelegener Weiler oder Einzelgebäude innerhalb der Gemeinde zu externen Kosten, welche mittels Quersubventionierungen von allen BürgerInnen der Gemeinde getragen werden müssen.

weise von Dritten getragen. Das konkrete Ausmass dieser Externalisierung hängt insbesondere von der Art und Weise ab, wie die Kantonsbeiträge bestimmt werden.

Hat die **Kantonspolizei** auf Grund politischer Vorgaben eine hohe, flächendeckende Versorgung sicher zu stellen, so ergeben sich in zersiedelten Gebieten relativ höhere Kosten, die aber über das Steuersystem auch von den EinwohnerInnen dichter besiedelter Gebiete getragen werden.

Auch für den Bereich der **Gemeindepolizei** gilt, dass höhere Sicherheitsanforderungen ihren Preis haben. Weil hier die Nutzniesser via Gemeindehaushalt vollumfänglich für die zusätzlichen Kosten aufkommen, sehen wir aber keine weiteren Probleme.

Die Finanzierung des **Zivilschutzes** wird anteilig von Bund, Kantonen und Gemeinden übernommen. Wir haben sowohl für zersiedelte als auch für verdichtete Gebiete kostentreibende Faktoren identifiziert. In beiden Fällen gehen wir davon aus, dass die siedlungsstrukturabhängigen Kostendifferenzen nicht ausschliesslich von den direkten Nutzniessern, sondern mindestens teilweise auch von Dritten getragen werden.

#### **d) Fazit**

Im Bereich der Sicherheit haben wir verschiedene zersiedelungsbedingte Kostenunterschiede identifiziert. Kostentreibend sind - soweit sie existieren - insbesondere die politisch und gesellschaftlich vorgegebenen Qualitätsziele. Insbesondere die Ausführungen zum Bereich Zivilschutz haben gezeigt, dass die Kostenunterschiede nicht einseitig zu Gunsten einer bestimmten Siedlungsstruktur anfallen, was eine abschliessende Beurteilung wesentlich erschwert. Es kann jedoch gesagt werden, dass die zersiedelungsbedingten Mehrkosten im Bereich der öffentlichen Sicherheit teilweise von Dritten getragen werden.

## **8.5 Bildung**

### **a) Relevante Kosten**

Betrachtet werden in diesem Zusammenhang ausschliesslich die Kosten der obligatorischen Ausbildungen im kommunalen Zuständigkeitsgebiet. Weitergehende Aus- und Weiterbildungsangebote sowie die damit verbundenen Kosten sind grossräumige Probleme und von unterschiedlichen Siedlungsstrukturen kaum betroffen.

Als zersiedelungsabhängig sind im Bildungsbereich demnach neben den für den Schulbetrieb erforderlichen Gebäuden insbesondere der Betrieb und Unterhalt von Schulbuslinien unterschiedlichen Ausmasses zu nennen.

## b) Wirkungsmodell

Die Kosten bezüglich Bau, Betrieb und Unterhalt von Kinderkrippen, Kindergärten, Primar- und evtl. Sekundarschulen) sind in erster Linie abhängig von den mittleren erwarteten Schülerzahlen über eine längere Zeit hinweg. Weil die Klassengrößen durch gesetzliche Bestimmungen limitiert sind, ist es von zentraler Bedeutung, dass sich die Schülerzahlen kontinuierlich entwickeln und nicht unvermittelt sprunghaft ansteigen.<sup>(21)</sup> Allerdings können im Gegensatz zu netz- oder leitungsgebundenen Ver- und Entsorgungsanlagen (kurzfristige) Spitzen mittels Provisorien oder durch vorübergehende Zusammenarbeit mit anderen Gemeinden überbrückt werden.

Eine Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur besteht insofern, als in dicht besiedelten Gebieten eine massvoll verdichtete Bauweise und damit eine Konzentration auf wenige **Standorte** mit tieferen Betriebskosten möglich ist.<sup>(22)</sup> In Gemeinden mit mehreren konkurrierenden Siedlungskernen ist es denkbar, dass Bildungseinrichtungen aus politischen und sozialpsychologischen Gründen mehrfach bereitgestellt werden.<sup>(23)</sup> Ein mögliches Argument dafür ist beispielsweise die Befürchtung, dass mit zunehmender Schulgrösse und höheren Schülerzahlen gewisse Probleme (Gewalt, Drogen) akzentuiert auftreten können.

Zersiedelung führt zudem zu weiteren **Schulwegen** für die betroffenen Schülerinnen und Schüler, was je nach spezifischer Situation zusätzliche Schulbusse und Schulbuslinien erforderlich macht.<sup>(24)</sup> <sup>(25)</sup> Entscheidende Kostenfaktoren sind in diesem Bereich neben der Anzahl Schülerinnen und Schüler die zurückzulegende Wegstrecke resp. die benötigte Arbeitszeit des Fahrers sowie die lokale Wettbewerbssituation bei den Transportunternehmen. Letzteres kann zu Kostenunterschieden im Ausmass von 30% führen.

## c) Kostenträger

Sofern sich auf Grund der Zersiedelung bei Bau, Betrieb und Unterhalt von Schulgebäuden Mehrkosten ergeben, fallen diese nicht bei den direkten Nutzniessern an, sondern werden über das Steuersystem der Allgemeinheit belastet. EinwohnerInnen und Einwoh-

---

21 AGR (1998), Räumliche Entwicklung und Finanzen - ein Gegensatz?, Seite 25.

22 PSP (1999), Kosten und Nutzen siedlungsplanerischer Massnahmen, Anhang Teil 1, Seite 2.

23 Infraconsult AG (1995), Kosten der Zersiedelung: Fallbeispiel Worb, Kt. Bern, Seite13: Beispiel: Die Gemeinde Worb hat bei praktisch gleich vielen EinwohnerInnen und Einwohnern wie Münsingen zehn Schulhäuser, Münsingen nur deren vier.

24 Hezel D., Höfler H., Kandel L und Linhardt A. (1984), Siedlungsformen und soziale Kosten, Seite 17; sowie Infraconsult AG (1995), Kosten der Zersiedelung: Fallbeispiel Worb, Kt. Bern, Seite12.

25 Northern Illinois University and the American Farmland Trust (1999), Living on the Edge: The Costs and Risks of Scatter Development. Gemäss dieser Studie reicht das Steueraufkommen in stark zersiedelten Gebieten nicht aus, um die Ausbildungskosten der Schüler, die dort leben, zu finanzieren. Hauptgrund für die höheren Kosten sind die zusätzlichen Schulbuslinien.

ner einer Gemeinde bezahlen keine zusätzlichen Steuern, weil ihre Kinder schulpflichtig werden.<sup>(26)</sup>

Die zusätzlich anfallenden Kosten für den Betrieb von längeren oder sogar zusätzlichen Schulbuslinien werden in der Regel zu einem grossen Teil von der öffentlichen Hand (in den meisten Kantonen finanziert der Kanton diese Leistungen) getragen und somit von den direkten Nutzniessern im Rahmen ihrer Steuerpflicht nur teilweise übernommen. Der Grossteil der zersiedelungsbedingten Kosten dieses Bereiches wird somit der Allgemeinheit belastet. Weil die Organisation und Finanzierung der Schulbusse sehr unterschiedlich gehandhabt wird, sind genauere Aussagen derzeit nicht möglich.

#### d) Fazit

Die zersiedelungsbedingten Kostenunterschiede im Bildungsbereich sehen wir insbesondere im Bereich zusätzlich erforderlicher Schulbusleistungen sowie im Rahmen von Bau, Betrieb und Unterhalt von entsprechenden Gebäuden. Bei gegebener Schülerzahl dürfte der Bau, Betrieb und Unterhalt von wenigen grösseren Schulhäusern in dicht besiedelten Gebieten kostengünstiger zu realisieren sein als im Falle von zahlreichen kleineren Gebäuden; auch wenn dafür zusätzliche Schulbuslinien geführt werden müssen. Wie erwähnt treten allerdings im Zusammenhang mit grossen Schulgebäuden und entsprechend hohen Schülerzahlen unter Umständen gewisse Probleme akzentuiert auf.

## 8.6 Soziales

#### a) Relevante Kosten

Im Bereich der sozialen Wohlfahrt sind die siedlungsstrukturabhängigen Kosten einerseits im Zusammenhang mit der Konzentration von Personen, die auf irgend eine Art betreut werden müssen (**Kosten der A-Stadt**<sup>(27)</sup>), zu suchen. Andererseits spielen auch die Auswirkungen unterschiedlicher Siedlungsstrukturen auf das psychische Wohlbefinden der dort wohnenden Personen eine Rolle.

#### b) Wirkungsmodell

Verdichtet gebaute Stadt- resp. Agglomerationsgemeinden tragen auf Grund von Ballungseffekten die **Kosten der A-Stadt**. Diese äussern sich durch hohe Anteile an fürsorgeabhängigen Personen, entsprechenden baulichen Massnahmen, Bedarf an Beratungs- und Präventionsstellen, SozialarbeiterInnen etc. Allerdings ist diese Konzentration nicht

---

26 PSP (1999), Kosten und Nutzen siedlungsplanerischer Massnahmen, Seite 17. Zudem sind die jährlich zu entrichtenden Schulgelder für öffentliche Schulen sehr moderat.

27 Unter den **Kosten der A-Stadt** subsumiert man im Allgemeinen die Konzentration von Armen, Abhängigen, Alten, Asylbewerbern etc. in den städtischen Zentren.

nur der verdichteten Bauweise zuzuschreiben, sondern auch als Ortstypenproblem zu bezeichnen. Trotzdem liegt die Vermutung nahe, dass zwischen Siedlungsdichte und Kosten des Sozialbereiches ein direkter Zusammenhang bestehen könnte.

Betrachtet man hingegen die Kosten dieses Bereiches pro EinwohnerIn, wird klar, dass bereits einige wenige Fürsorgefälle einen wesentlichen Einfluss auf die Rechnung einer kleinen Landgemeinde und damit auf die Steuerbelastung der BürgerInnen haben können.<sup>(28)</sup>

Denkbar sind auch Auswirkungen der Siedlungsstruktur auf das Sozialverhalten sowie das **psychische Wohlbefinden** der Einwohnerinnen und Einwohner.<sup>(29)</sup> Vor allem im Falle von älteren resp. nicht (mehr) mobilen Personen kann Zersiedelung zu einem Leben in der Abgeschiedenheit führen und sich in Form psychischer Leiden entsprechend äussern.<sup>(30)</sup> Ähnliche Effekte treten allerdings auch in dicht besiedelten Regionen auf, so dass eine abschliessende Beurteilung schwer fällt. Den unterschiedlichen Siedlungsstrukturen können keine allgemeinen 'Wohnwerte' zugeordnet werden, zu sehr differieren die entsprechenden persönlichen Einschätzungen.<sup>(31)</sup>

### c) Kostenträger

Wo siedlungsbedingte (monetäre) Mehrkosten auftreten, werden diese über die verschiedenen Ebenen des schweizerischen Sozialversicherungssystems der Allgemeinheit belastet. Insofern A-Stadt-Probleme auf unterschiedliche Siedlungsstrukturen zurückgeführt werden können, sind diese über regionale Finanzausgleichsmechanismen mit entsprechenden Kostenteilern zu lösen.

### d) Fazit

Im Sozialbereich sind siedlungsbedingte Kosten denkbar. Sowohl für zersiedelte als auch dicht bebaute Regionen konnten kostentreibende Faktoren ermittelt werden. Eine abschliessende Beurteilung der entsprechenden Wirkungsrichtungen ist mit den zur Verfügung stehenden Informationen jedoch nicht möglich.

---

28 BHP Bern AG (1996), Synergien zwischen Raumplanung und Finanzen auf Gemeindeebene, Seite 31.

29 Hezel D., Höfler H., Kandel L und Linhardt A., Siedlungsformen und soziale Kosten, Seite 7.

30 Infraconsult AG (1995), Kosten der Zersiedelung: Fallbeispiel Worb, Kt. Bern, Seite 13.

31 Hezel D., Höfler H., Kandel L und Linhardt A., Siedlungsformen und soziale Kosten, Seite 154. Als Faktoren, die den **Wohnwert** beeinflussen, werden hier z.B. folgende genannt: Individuelle Gestaltungsmöglichkeiten, ungestörtes Wohnen, Identifikation mit Wohnung und Umgebung, wohnhygienische Grundbedingungen, ansprechendes Erscheinungsbild, Urbanität, Zentralität, Ermöglichung eines gewünschten Lebensstils.

## 8.7 Freizeit, Erholung und Sport; Kultur

### a) Relevante Kosten

Dienstleistungen im hier diskutierten Bereich werden typischerweise nicht leitungs- oder netzgebunden zu den Haushalten hin verteilt. Vielmehr gehen die **Standortentscheide** für die entsprechenden Anlagen auf politische Entscheide zurück, welche mit dem Zersiedelungsgrad einer Region nichts zu tun haben.

Die Dimensionierung dieser Angebote richtet sich nach der potentiellen Nachfrage im Einzugsgebiet. Wenn im Laufe der vergangenen 20 Jahre z.B. im Bereich der öffentlichen Hallenbäder ein Überangebot geschaffen wurde, das die Gemeinderechnungen bis heute stark belastet, so kann dies nicht auf Unterschiede in der Siedlungsstruktur zurückgeführt werden.

Bei den **standortgebundenen Freizeitanlagen**<sup>(32)</sup> reduziert sich der angesprochene Entschcheid sogar auf die Frage, ob eine entsprechende Anlage überhaupt gebaut und betrieben werden soll oder nicht. Dieser Entscheid wird von unterschiedlichen Siedlungsstrukturen u.E. nicht beeinflusst.

Die relevanten, zersiedelungsbedingten Kosten sind auf Grund der dargestellten Charakteristik dieser Angebote im nicht zu vernachlässigenden Freizeitverkehr und den damit verbundenen (externen) Kosten zu sehen.

### b) Wirkungsmodell

In Bereich Freizeit, Sport und Kultur sehen wir - in Übereinstimmung mit der entsprechenden Literatur<sup>(33)</sup> - nur eine sehr schwache Abhängigkeit der Kosten von der Siedlungsstruktur.

Das wesentliche Problem ist in diesem Zusammenhang der **Freizeitverkehr** und seine Folgekosten (vgl. dazu Kapitel 3.4). EinwohnerInnen zersiedelter Gebiete müssen hin zu den gewünschten Freizeitanlagen längere Wege zurücklegen und sind dafür vermehrt auf den Gebrauch motorisierter Fahrzeuge angewiesen. Zudem dürfte das entsprechende Angebot der öffentlichen Verkehrsmittel deutlich weniger gut sein als in den dicht bebauten, zentrumsnahen Orten.

Weiter ist bei kulturellen oder sportlichen **Grossveranstaltungen** mit zusätzlichen Folgekosten (erhöhter Sicherheitsaufwand, Abfallbeseitigung, Verkehrsprobleme) zu rechnen, welche in erster Linie die betroffenen Zentren belasten.

Eine stark verdichtete Besiedlung zieht unter Umständen einen erhöhten Bedarf an **Frei-flächen** mit sich. Kann dieser nicht in unmittelbarer Nähe der Siedlungen bereitgestellt

---

32 Beispiele für solche Bauten sind Wintersportanlagen und Seebäder.

33 Vgl. dazu z.B. PSP (1999), Kosten und Nutzen siedlungsplanerischer Massnahmen, Anhang Teil 1, Seite 3.

werden, ist mit (zusätzlichen) Verkehrsströmen und den entsprechenden Folgekosten zu rechnen.<sup>(34)</sup> Die Kosten des Unterhalts von Freiflächen (z.B. Parks) fallen in aller Regel ausschliesslich in dicht besiedelten (Stadt-)gebieten an, während diese in zersiedelten Gegenden bereits vorhanden sind.

### **c) Kostenträger**

Die Kosten resp. die von der öffentlichen Hand beigesteuerten Beiträge an die in diesem Zusammenhang bereitgestellten Anlagen und organisierten Anlässe haben mit verschiedenen Siedlungsstrukturen nichts zu tun. Im Bereich der Folgekosten von Grossanlässen müssen dicht besiedelte Regionen mit zusätzlichen Kosten rechnen, falls keine entsprechenden Finanzausgleichsvereinbarungen mit dem Einzugsgebiet bestehen.

Die Kosten von Freizeitanlagen werden im Weiteren zu einem überwiegenden Teil von den direkten Nutzniessern dieser Leistungen bezahlt, so dass sich auch aus Kostenträgersicht keine Probleme ergeben.

### **d) Fazit**

Die Kosten des hier betrachtete Bereiches sind nicht abhängig von unterschiedlichen Siedlungsstrukturen. Von entscheidender Bedeutung sind vielmehr die sinnvolle Standortwahl in Abhängigkeit des Einzugsgebietes sowie der vorhandenen Nachfrage, die Zusammenarbeit mit anderen umliegenden Gemeinden sowie eine korrekte, verursacherorientierte Finanzierung der Aufwendungen.

## **8.8 Allgemeine Verwaltung**

### **a) Relevante Kosten**

Die zersiedelungsbedingten Kosten im Bereich der allgemeinen Verwaltungstätigkeiten einer Gemeinde betreffen nicht den Betrieb, sondern höchstens Planung, Bau und Nutzung von öffentlichen Gebäuden und Anlagen. Ansonsten sehen wir in diesem Bereich keine Einflüsse unterschiedlicher Siedlungsstrukturen.

### **b) Wirkungsmodell**

Kompakte, verdichtete Siedlungsstrukturen ermöglichen bei der **Planung und Erstellung** von öffentlichen Gebäuden und Anlagen die Bildung von Schwerpunkten. Infolge des ge-

---

34 Hezel D., Höfler H., Kandel L und Linhardt A., Siedlungsformen und soziale Kosten, Seite 17.

ringeren Flächenbedarfs und des flexibleren Betriebes der Gebäude ist mit entsprechenden Kostenvorteilen zu rechnen.<sup>(35)</sup>

Die im Vergleich zu zersiedelten Gebieten vergleichsweise höheren **Boden- resp. Mietpreise** machen die beschriebenen Vorteile jedoch mindestens teilweise zunichte. Zudem ist die Gebäudeverwaltung bei höherer Verdichtung möglicherweise aufwendiger.<sup>(36)</sup>

Beim **Betrieb der Gemeindeverwaltungen** vermuten wir keine Kostenunterschiede, welche auf die mehr oder weniger akzentuierte Zersiedelung zurückgeführt werden können.

### c) Kostenträger

Insofern zersiedelungsbedingte Kostenunterschiede auftreten, werden diese von den steuerpflichtigen Bürgerinnen und Bürgern finanziert. Weil diese gleichzeitig auch Nutzniesser der entsprechenden Leistungen der Gemeindeverwaltung sind, ergeben sich keine weiteren Kosten für Dritte.

### d) Fazit

Die Kosten des hier betrachteten Bereiches sind in aller Regel nicht abhängig von unterschiedlichen Siedlungsstrukturen. In verdichteten Gebieten sind Kostenvorteile durch Schwerpunktbildungen und flexibleren Betrieb der Gebäude möglich. Gleichzeitig ist jedoch mit höheren Miet- und Bodenpreisen zu rechnen, so dass eine Gesamtbeurteilung nur schwer möglich ist.

## 8.9 Schlussfolgerungen

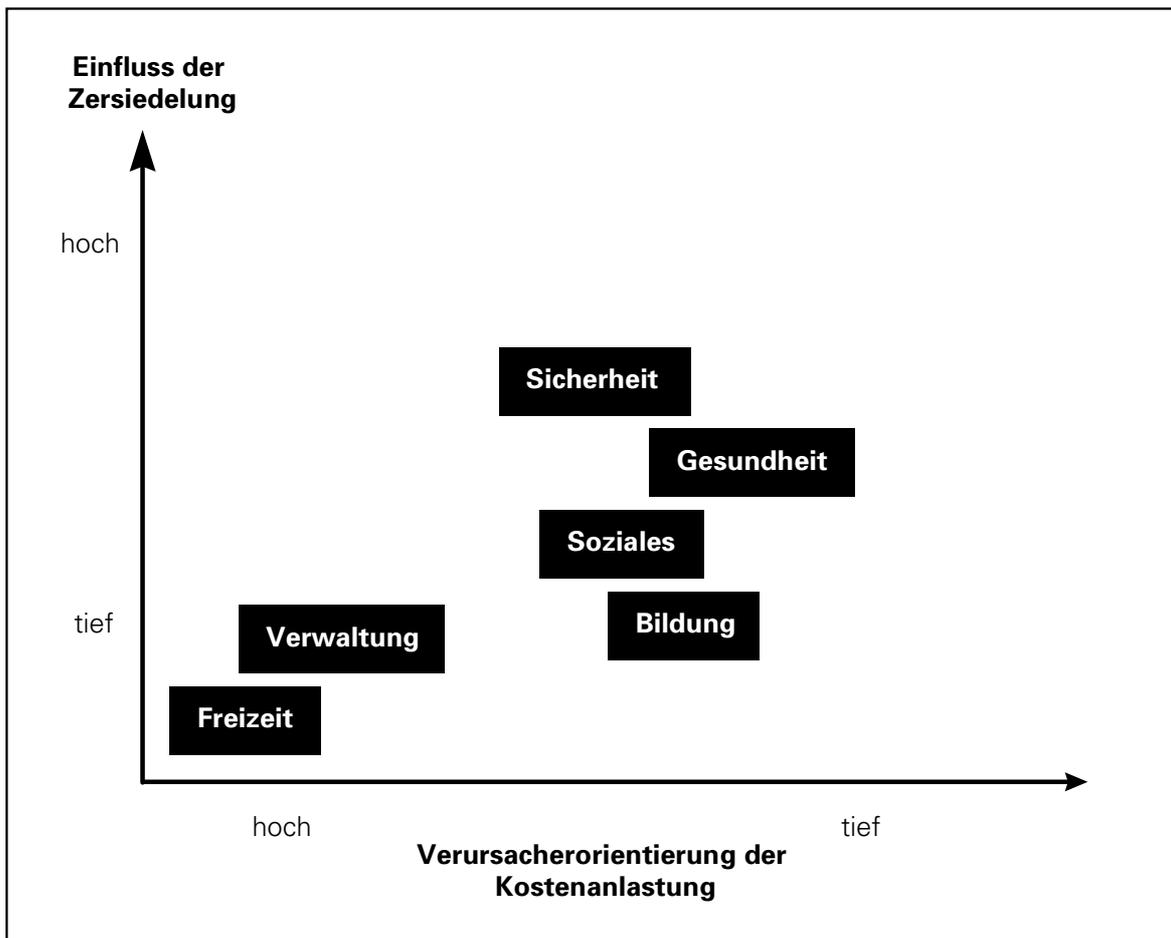
Die Kosten der Infrastruktur im weiteren Sinn belasten den totalen Gemeindehaushalt mit rund 75% bis 80% und dominieren aus kommunaler, aber nicht volkswirtschaftlicher Sicht damit die Kosten für die Infrastruktur im engeren Sinn deutlich. Für die vorliegende Studie ist allerdings nicht dieser Anteil entscheidend, sondern lediglich die Frage, ob diese Kosten zersiedelungsbedingte Unterschiede aufweisen.

Unsere Überlegungen führen in Übereinstimmung mit der konsultierten Literatur zum Schluss, dass die Infrastrukturkosten im engeren Sinne viel stärker von unterschiedlichen Siedlungsstrukturen abhängen als die hier vorgestellten Infrastrukturkosten im weiteren Sinn. In Grafik 8-1 sind die wesentlichen Zusammenhänge für letztere zusammenfassend dargestellt.

---

35 PSP (1999), Kosten und Nutzen siedlungsplanerischer Massnahmen, Seite 9.

36 Hezel D., Höfler H., Kandel L und Linhardt A., Siedlungsformen und soziale Kosten, Seite 177.

**Grafik 8-1: Zersiedelungsabhängige Kosten der Infrastruktur im weiteren Sinn**

Die Infrastrukturbereiche, in denen mit zersiedelungsbedingten Kostenunterschieden zu rechnen ist, befinden sich im oberen Teil der Darstellung. Aus ökonomischer Sicht stellen diese Bereiche nur dann ein Problem dar, wenn die entsprechenden Kostenunterschiede nicht von den direkten Nutznießern getragen, sondern auf Dritte überwältzt werden. Diese befinden sich in der rechten Hälfte des oberen Teils der Grafik.

Generell kann gesagt werden, dass die Kosten der betrachteten Infrastrukturbereiche in entscheidendem Ausmass von allfälligen politischen und gesellschaftlichen Vorgaben bezüglich einer Mindestversorgung abhängen. Hohe Qualitätsanforderungen haben insbesondere im Bereich Gesundheit (Ambulanzdienst) sowie Sicherheit (Feuerwehr, Polizei, Zivilschutz) ihren Preis.

Eine abschliessende Beurteilung fällt insbesondere deshalb schwer, weil in fast allen betrachteten Bereichen sowohl für zersiedelte als auch für dicht bebaute Gegenden kostentreibende, siedlungsstrukturbedingte Faktoren identifiziert werden konnten (insbesondere in den Bereichen Bildung und Soziales). Eine Quantifizierung der verschiedenen Effekte würde deshalb unseres Erachtens nicht nur mit methodischen Problemen zu kämpfen haben, sondern wäre auch mit einem sehr hohen Aufwand im Datenbereich verbunden.

## 9 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

### 9.1 Einleitung

Im vorliegenden Bericht ist untersucht worden, in welchen Infrastrukturbereichen die in vielen Teilen der Schweiz festzustellenden Zersiedelungstendenzen zu höheren Kosten führen. Für die Abschätzung dieser höheren Kosten ist ein Normkostenmodell entwickelt und in den vier aus der Sicht der Fragestellung zentralen Infrastrukturbereichen angewandt worden:

- Abwasserentsorgung
- Wasserversorgung
- Verkehr
- Stromversorgung

In die Berechnungen sind die Kapital- sowie Betriebs- und Unterhaltskosten eingeflossen, im Infrastrukturbereich Verkehr sind zusätzlich Folgekosten abgeschätzt worden (v.a. externe Unfallfolge- und Umweltkosten).

Nur am Rande befasst sich der Bericht mit den Infrastrukturbereichen Abfallentsorgung, Telekommunikation und Energieversorgung:

- Bei der **Abfallentsorgung** zeigen die Überlegungen in Kapitel 7 des vorliegenden Berichts und Ergebnisse in der Literatur, dass die Zersiedelung zwar zu höheren Entsorgungskosten führen kann, dass der siedlungs- und ortstypabhängige Teil dieser Kosten von seiner absoluten Höhe her aber nicht ins Gewicht fällt. Er ist in einer groben Schätzung auf 50 CHF pro EinwohnerIn veranschlagt worden.
- Keine Vertiefung hat sich im Bereich **Telekommunikation** aufgedrängt, da hier technologische Entwicklungen und der scharfe Wettbewerb der Anbieter dazu führen, dass siedlungstypbedingte Unterschiede ohne Bedeutung sind.
- Bei der Energieversorgung ist in erster Linie die vertieft geprüfte Stromversorgung bedeutsam. Die **Gas- und Fernwärmeversorgung** verursacht zwar auch hohe Infrastrukturinvestitionen. Da sich aber diese Energieversorgungsnetze auf mehr oder weniger dicht besiedelte Gebiete konzentrieren, hätte eine Diskussion aus dem Blickwinkel der Fragestellung der vorliegenden Untersuchung wenig Sinn gemacht.

Schliesslich wird häufig angeführt, dass aus der Sicht der Finanzen der öffentlichen Hand nicht die oben aufgeführten Infrastrukturbereiche im engeren Sinn von zentraler Bedeutung sind, sondern Bereiche wie das Gesundheits- und Bildungswesen, die Sicherheit, Kultur- und Freizeiteinrichtungen etc., und dass Zersiedelungstendenzen auch in diesen Bereichen zu Kostenerhöhungen führen. In dieser Untersuchung sind diese Bereiche unter dem Begriff **Infrastrukturbereiche im weiteren Sinn** zusammengefasst worden.

Die Literaturlauswertung und die auf ihr aufbauende Wirkungsanalyse in Kapitel 8 haben ergeben, dass aus finanzpolitischer, kommunaler Sicht diese Bereiche tatsächlich viel bedeutsamer sind als die vier vertieft untersuchten Infrastrukturbereiche im engeren

Sinn. Es hat sich aber auch gezeigt, dass der Einfluss unterschiedlicher Siedlungsstrukturen auf die Kostenhöhe bei der Infrastruktur im engeren Sinn viel grösser ist als bei der Infrastruktur im weiteren Sinn.

Und: In der vorliegenden Untersuchung interessieren nicht nur die Infrastrukturkosten, welche bei der öffentlichen Hand anfallen, sondern der volkswirtschaftliche Ressourcenverzehr insgesamt. Werden auch die Infrastrukturkosten berücksichtigt, welche von den Haushalten und Unternehmen getragen werden, nimmt die Bedeutung der in dieser Studie vertieft analysierten, technisch-baulichen Infrastrukturbereiche erheblich zu.

Die folgenden Ausführungen in diesem Schlusskapitel beziehen sich ausschliesslich auf die vier mit dem entwickelten Normkostenmodell vertieft untersuchten Infrastrukturbereiche. Es geht in den folgenden Abschnitten darum, die Ergebnisse aus den Kapiteln 3 bis 6 zusammenzuziehen und eine bereichsübergreifende Sicht einzunehmen:

- In Abschnitt 9.2 vergleichen wir die zersiedelungsbedingten Mehrkosten für bestehende Siedlungen. Im Vordergrund stehen somit die **Durchschnittskosten** bestehender Siedlungen
- Abschnitt 9.3 fasst zusammen, mit welchen zusätzlichen Infrastrukturkosten bei Siedlungserweiterungen in der langen Sicht gerechnet werden muss. Entsprechend interessieren nicht Durchschnitts-, sondern **langfristige Grenzkosten**.<sup>(1)</sup> Von Interesse ist insbesondere, in welchem Ausmass sich die langfristigen Grenzkosten von mehr oder weniger verdichteten Formen von Siedlungserweiterungen unterscheiden.
- In Abschnitt 9.4 werden die **Ergebnisse aus einer Kostenträgersicht gewürdigt**.
- Der letzte Abschnitt enthält schliesslich ein abschliessendes **Fazit**.

## 9.2 Durchschnittskosten bestehender Siedlungen

In der vorliegenden Untersuchung sind für fünf Typen von Siedlungen ausgehend von Erschliessungsplänen die Unterschiede bei den Infrastrukturkosten analysiert worden:

- S1:** Der erste Siedlungstyp sind die freistehenden Einzelgebäude mit grossem Umschwung (Streusiedlung).
- S2** Beim zweiten Siedlungstyp (S2) handelt es sich um eine klassische Einfamilienhaus-siedlung.
- S3** Der dritte Typ (S3) ist die Reiheneinfamilienhaussiedlung aktueller Prägung.
- S4** Beim vierten Typ (S4) handelt es sich um eine mehrgeschossige, verdichtete Bebauung in Form eines dreigeschossigen Wohnblocks.

---

1 Bei einer langfristigen Sichtweise werden also nicht nur die unmittelbar bei der Siedlungserweiterung anfallenden Zusatzkosten betrachtet, sondern auch die Kosten von Kapazitätserweiterungen, welche langfristig durch die Siedlungserweiterung notwendig werden. Der Infrastrukturbereich Verkehr bildet hier eine Ausnahme: Es war nicht möglich, den Einfluss der Siedlungserweiterung auf den künftigen Ausbau der übergeordneten Schienen- und Strassennetze zu berücksichtigen.

**S5** Der fünfte Typ (S5) umfasst schliesslich hoch verdichtete Bauweisen in Form eines Hochhauses.<sup>(2)</sup>

Da sich bei den verwendeten Normkostensätze Unterschiede ergeben, je nachdem in welchem Ortstyp sich diese Siedlungen befinden, sind die Infrastrukturkosten für vier Ortstypen berechnet worden. Es sind dies:

**Stadt** eine grössere Schweizer Stadt

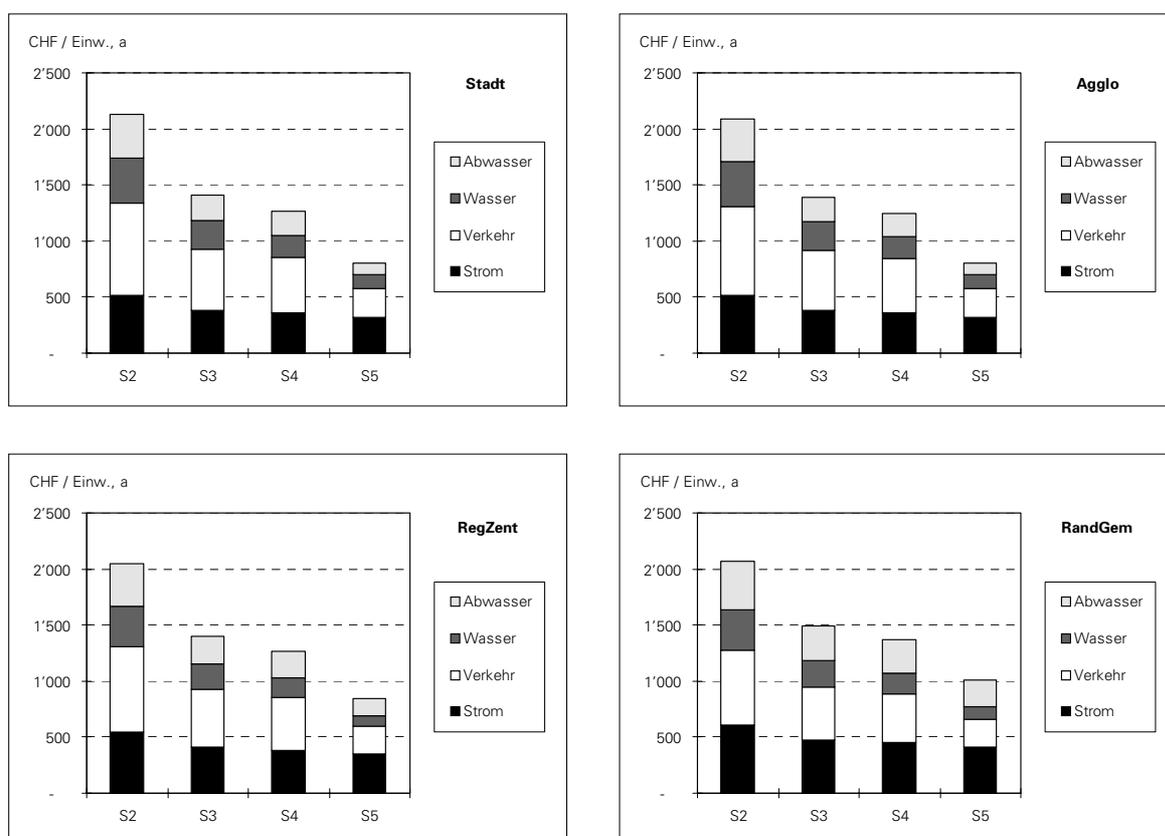
**Agglo** eine Gemeinde in einer grösseren Agglomeration

**RegZent** ein regionales Zentrum

**RandGem** eine kleinere Gemeinde im ländlichen Raum mit einem grösseren Anteil Streusiedlungen

Tabelle 9-1 zeigt, wie sich die Infrastrukturkosten von bestehenden Siedlungen einerseits zwischen den Siedlungs- und andererseits zwischen den Ortstypen unterscheiden. Es handelt sich um jährliche Kosten in CHF pro EinwohnerIn der entsprechenden Siedlung. Auch in allen folgenden Grafiken sind **Jahreskosten pro EinwohnerIn** ausgewiesen. S1 ist nicht eingezeichnet, da seine Infrastrukturkosten um ein Mehrfaches höher sind. Auf ihn wird weiter unten separat eingegangen.

**Tabelle 9-1: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen**



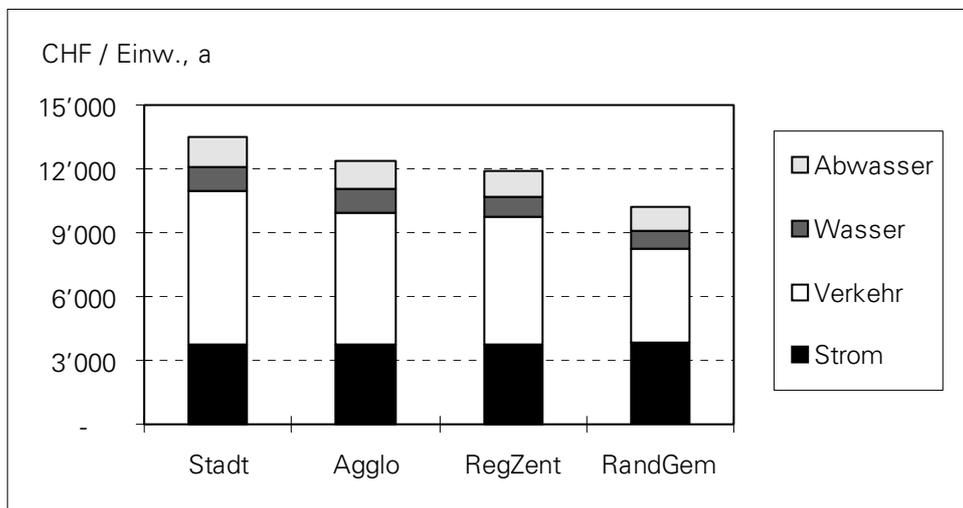
2 In den Grafiken ist dieser Siedlungstyp auch beim Ortstyp Randgemeinde aufgeführt. In der Realität ist diese Kombination nicht anzutreffen.

**Kommentar:**

- Alle vier untersuchten Bereiche verursachen spürbare Infrastrukturkosten. Am bedeutendsten sind die Kosten im Verkehrsbereich, wobei bei diesen die externen Folgekosten hier noch nicht berücksichtigt sind (vgl. dazu Grafik 9-4 unten). Die geringsten jährlichen pro Kopf-Kosten fallen bei der Wasserversorgung an.
- Bei allen vier Infrastrukturbereichen sinken die Kosten mit zunehmender Dichte der Siedlung. Bei der Stromversorgung ist diese Abhängigkeit noch am geringsten. Entsprechend ergeben sich bei den Gesamtkosten grosse Unterschiede: Die Einfamilienhaussiedlung verursacht zum Beispiel rund 50% höhere Infrastrukturkosten pro EinwohnerIn als eine stärker verdichtet gebaute Reiheneinfamilienhaussiedlung. Die grössten prozentualen Unterschiede ergeben sich bei der Abwasserentsorgung.

In Grafik 9-1 ist der **Siedlungstyp 1** nicht aufgeführt. Dessen Infrastrukturkosten pro Kopf und Jahr liegen wie oben erwähnt überaus deutlich über jenen der anderen vier Siedlungstypen. Es ist allerdings festzuhalten, dass aufgrund der Berechnungsweise die Kosten für die Streusiedlung im Bereich Verkehr überschätzt werden, weil die Erschliessungsstrasse zum Einzelgebäude in den meisten Fällen noch weiteren Zwecken als der Erschliessung eben dieses Gebäudes dient. Aber selbst bei einer deutlichen Reduktion der „anrechenbaren“ Strasseninfrastrukturkosten schneidet der Siedlungstyp 1 schlecht ab: Die jährlichen pro-Kopf-Kosten für die übrigen drei Infrastrukturbereiche belaufen sich auf rund 6'000 CHF. Sie betragen somit rund das Dreifache des auch nicht eben günstigen Siedlungstyps S2 (vgl. Grafik 9-1).

**Tabelle 9-2: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen: Streusiedlung (S1)**

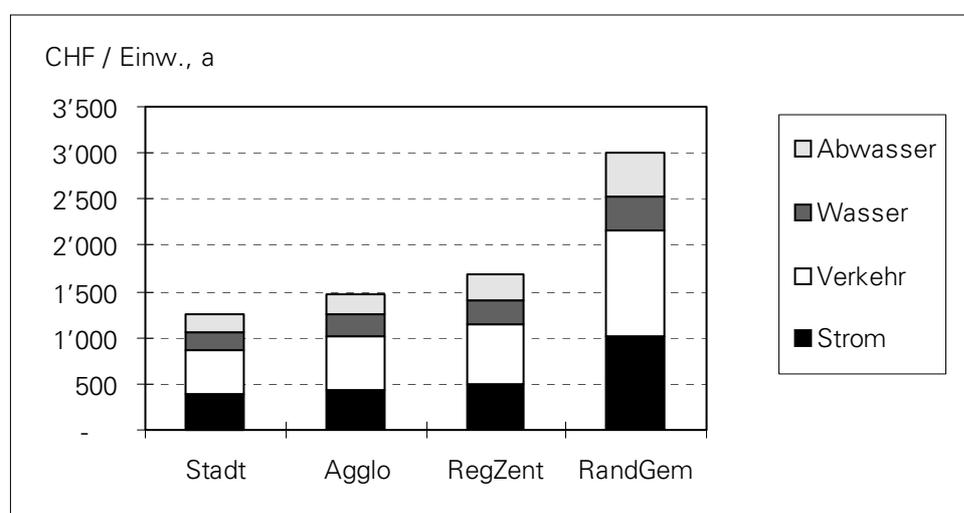


Ausgehend von plausiblen Annahmen bezüglich der Anteile der fünf Siedlungstypen am gesamten Siedlungsgebiet eines Ortstyps kann abgeschätzt werden, wie sich die Infrastrukturkosten zwischen den Ortstypen unterscheiden. Grafik 9-3 zeigt die Ergebnisse dieser Abschätzung.

Es zeigt sich, dass die jährlichen pro Kopf-Kosten in der ländlichen Gemeinde am höchsten sind. Dies ist auf den ungünstigen Siedlungsmix zurückzuführen (viel S1, wenig S2). Auf der anderen Seite weist die Stadt einen günstigen Siedlungsmix auf. Dieser überkompensiert die teilweise deutlich höheren Kosten pro „Infrastruktureinheit“ (z.B. Meter Kanalisationskanal).

Die hohen Kosten in der Randgemeinde werden vor allem durch die Bereiche Stromversorgung und Verkehr verursacht, welche für den Siedlungstyp 1 sehr hoch sind. Für den Verkehrsbereich ist erneut auf die oben erwähnte Kostenüberschätzung bei S1 hinzuweisen. Diese „überträgt“ sich wegen des hohen Anteils von S1 hier auf den Ortstyp Randgemeinde. Insofern schneidet die Randgemeinde zu schlecht ab.

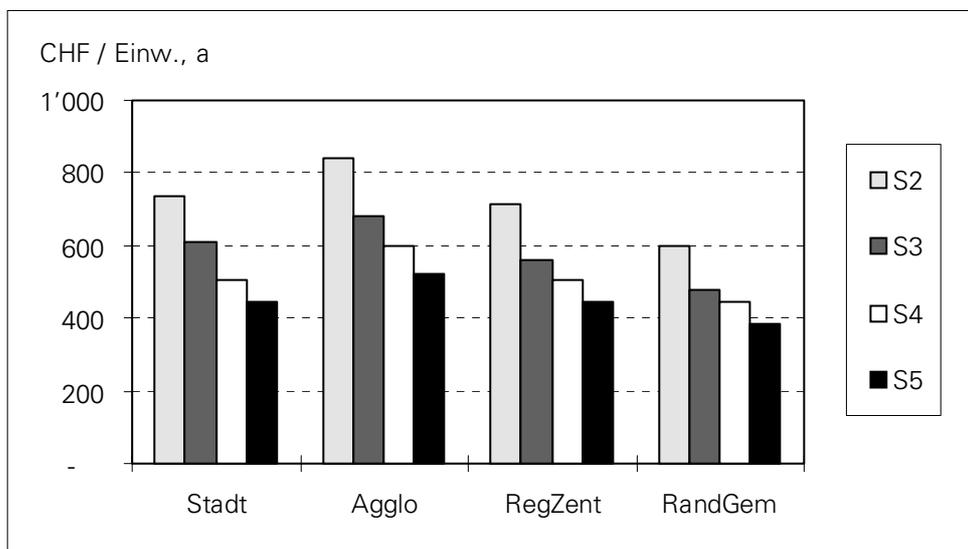
**Tabelle 9-3: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen nach Ortstypen**



In den bisherigen Grafiken waren beim Infrastrukturbereich Verkehr keine Folgekosten, sondern nur die unmittelbaren Strasseninfrastrukturkosten enthalten. Die groben Abschätzungen in Kapitel 5 zeigen aber, dass insbesondere auch die externen Unfallfolge- und Umweltkosten von Bedeutung sind. Einmal aufgrund ihrer absoluten Höhe, dann aber auch, weil von siedlungstypspezifischen Unterschieden ausgegangen werden muss. Grafik 9-4 zeigt diese Unterschiede für die Siedlungstypen S2 bis S5.<sup>(3)</sup>

3 Die Werte für S1 liegen in der gleichen Grössenordnung wie für S2.

**Tabelle 9-4: Externe Folgekosten im Personenverkehr von EinwohnerInnen unterschiedlicher Siedlungs- und Ortstypen**



**Kommentar:**

- Die Unterschiede zwischen den Siedlungstypen sind auf das unterstellte unterschiedliche Verhalten bei der Verkehrsmittelwahl zurückzuführen. Verdichtete Siedlungen können besser mit dem ÖV erschlossen werden. Dank der im Durchschnitt höheren Einwohnerzahl kann ein attraktiveres ÖV-Angebot bereitgestellt werden. Beides äussert sich einem weniger stark auf den motorisierten Individualverkehr ausgerichteten Modal Split.
- Die beschränkten Unterschiede zwischen den Ortstypen ergeben sich, weil die Grafik nicht die Kosten zeigt, die *in* den Ortstypen entstehen. Vielmehr bezieht sich der Ortstyp auf die Herkunft der Person. Dies kann natürlich nicht gleichgesetzt werden: Die Wege von StädterInnen zum Beispiel führen über die Stadtgrenzen hinaus.

In einer weiteren Grobschätzung ist in Kapitel 5 auch geprüft worden, ob sich bei den ungedeckten Wegekosten des öffentlichen Verkehrs siedlungs- und ortstypspezifische Unterschiede ergeben. Die Analyse zeigt solche Kostenunterschiede, allerdings fallen sie deutlich geringer aus als bei den externen Kosten (absolut und relativ).

Die bisherigen Ausführungen bezogen sich auf bestehende Siedlungen. Im nächsten Abschnitt wird aufgezeigt, welche Kosten bei Siedlungserweiterungen anfallen.

### 9.3 Langfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung

Entscheidend für die Höhe der *zusätzlichen* Infrastrukturkosten einer Siedlungserweiterung ist die Annahme, wie diese Erweiterung erfolgt, ob zum Beispiel die bestehende Infrastruktur mitbenutzt werden kann, ohne dass sie ausgebaut werden muss.

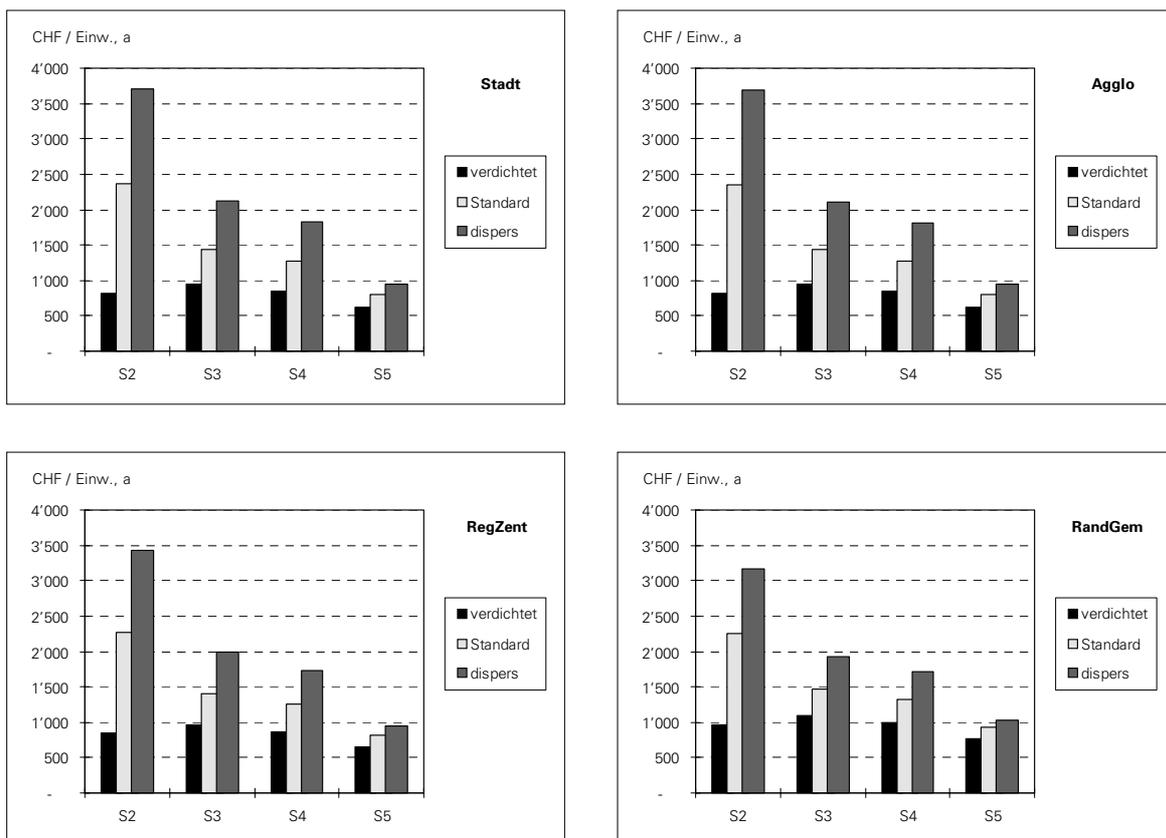
In Tabelle 9-5 sind die langfristigen Grenzkosten für drei verschiedene Formen von Siedlungserweiterungen dargestellt:

**verdichtet:** Hier wird der günstigste Fall einer Siedlungserweiterung unterstellt. Die bestehende Grob- und Quartierserschliessung besteht bereits und kann mitbenutzt werden. Durch das Auffüllen noch vorhandener Bauflächen ergeben sich etwas höhere Unterhaltskosten und langfristige Kapazitätsgrenzkosten (z.B. bei der Abwasserreinigung).

**Standard:** Hier wird vom gleichen Mengengerüst wie bei den Durchschnittskosten ausgegangen. Die Siedlungserweiterung bedingt einen qualitativ gleichen Ausbau der inneren und äusseren Erschliessung wie bei den bestehenden Siedlungen im Durchschnitt.

**dispers:** Hier wird ein ungünstiger Fall unterstellt. Die Siedlungserweiterung erfolgt abseits der bestehenden Groberschliessung und muss mit dieser erst noch verbunden werden. Es wird zusätzlich zur inneren und anteilmässigen äusseren Erschliessung (wie bei Standard) der Bau und Unterhalt/Betrieb einer 200m langen Zuleitung unterstellt.

**Tabelle 9-5: Langfristige Grenzkosten unterschiedlicher Siedlungserweiterungen<sup>(4)</sup>**



4 Der Siedlungstyp S1 ist nicht aufgeführt, da mit ihm naturgemäss keine Verdichtungen vorgenommen werden können. Seine langfristigen Grenzkosten liegen im „Standardfall“ in der gleichen Grössenordnung wie die Durchschnittskosten gemäss Tabelle 9-2.

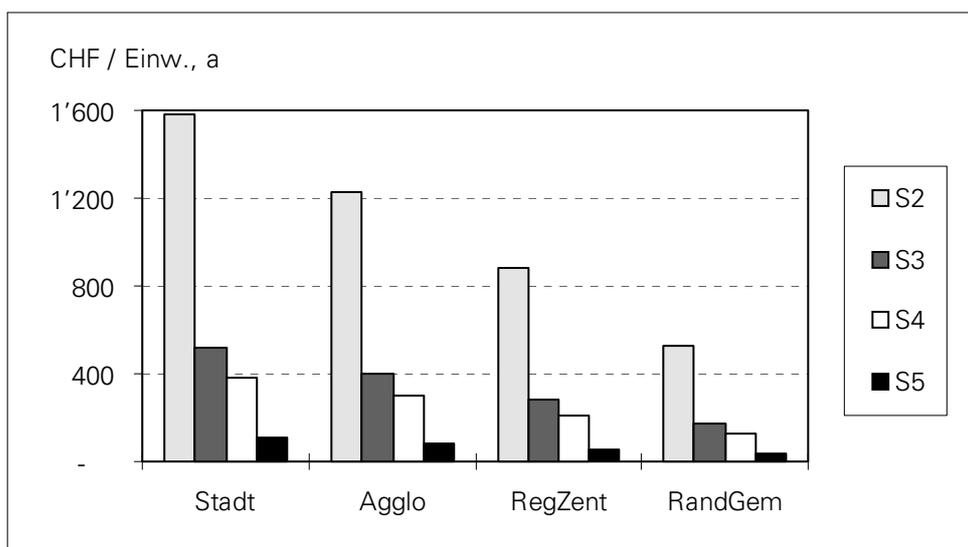
**Kommentar:**

- Grafik 9-5 macht das hohe Kosteneinsparpotential einer verdichteten Siedlungserweiterung deutlich. Die berechneten Kosten unterscheiden sich teilweise um Grössenordnungen. Die Zahlen zeigen auch, wie sehr viel teurer eine Siedlungserweiterung infrastrukturseitig zu stehen kommt, welche in erster Linie in Form von Neuerschliessungen erfolgt. In der raumplanerischen Debatte hat diese Siedlungserweiterungsform in letzter Zeit an Bedeutung gewonnen, indem vielerorts ein stärkerer Druck in Richtung Bauzonenerweiterung festzustellen ist.
- Es überrascht nicht, dass sich eine Verdichtung (d.h. ein „Auffüllen bestehender Siedlungsgebiete“) besonders bei S2 lohnt: Aufgrund der geringen Dichte ist hier das grösste Potential.
- Verdichtete Siedlungserweiterungen lohnen sich in allen Ortstypen, besonders aber in den Städten und Agglomerationen, wo die Normkostensätze (z.B. CHF pro Laufmeter Strasse) überdurchschnittlich hoch sind.

In Grafik 9-5 sind die **Landkosten** nicht enthalten, da sich für diese praktisch keine sinnvollen Normkostensätze herleiten lassen, zu stark divergiert der Bodenpreis im Einzelfall. Werden die Kosten für den Landbedarf der Infrastruktur<sup>5)</sup> auch berücksichtigt, was aus der Sicht des Ressourcenverbrauchs angezeigt ist, schneiden wenig verdichtete Bauweisen noch schlechter ab als in Grafik 9-5.

Zur Illustration haben wir in Grafik 9-6 denkbare Landkosten für den Standardfall einer Siedlungserweiterung ausgewiesen.

**Grafik 9-6: Landkosten einer Siedlungserweiterung, Standardfall**



5 Der Landbedarf für die Siedlung selbst ist nicht enthalten. Es fliesst nur der Landbedarf für die Strasseninfrastruktur ein (Quartierserschliessung, Groberschliessung).

Die ausgewiesenen Zahlen basieren auf folgenden Überlegungen bei der Bestimmung der verwendeten Bodenpreise:

- Als Ausgangspunkt dienten mittlere Baulandpreise in den jeweiligen Ortstypen.
- Im Falle von Landerwerb für den Neu- und/oder Ausbau einer Strasse wird in der kommunalen Praxis meistens in Verhandlungen mit dem Grundeigentümer ein Preis für das Land bestimmt. In aller Regel werden dabei Preise festgelegt, die klar unter den Preisen des angrenzenden Baulandes liegen. Abschläge in der Grössenordnung von 20% bis zwei Dritteln werden als realistisch bezeichnet. In Grafik 9-6 wird von einem hohen Abschlag von 60% ausgegangen.

Die Grafik macht deutlich, dass auch bei dieser eher konservativen Annahme die Landerwerbskosten sehr stark ins Gewicht fallen. Aufgrund des hohen Landbedarfs vor allem beim Siedlungstyp 2.

Aus den bisherigen Ausführungen kann eine erste Schlussfolgerungen gezogen werden, welche die in den „Grundzügen der Raumordnung Schweiz“ aufgestellte Hypothese unterstützt, dass die Fortführung der gegenwärtigen Trends in der Raumentwicklung nicht finanzierbar sei: Auch unsere Untersuchung kommt bei wenig verdichteten Siedlungsformen auf sehr hohe Infrastrukturkosten pro Jahr und EinwohnerIn.

Aus ökonomischer Sicht interessiert aber nicht nur die absolute Höhe, sondern auch die Frage, ob diese Kosten verursacherorientiert auf die Nutzniessenden der Infrastruktur übertragen werden. Inwieweit dies in den vier untersuchten Bereichen der Fall ist, soll im nächsten Abschnitt kurz dargestellt werden.

## 9.4 Kostenträgerrechnung

Bei der Kostenträgerrechnung sind zwei Problemkreise auseinander zu halten:

- a) Einmal stellt sich die Frage, ob die Nutzniessenden insgesamt für die Kosten der Infrastruktur aufkommen oder ob Teile der Kosten auf Dritte abgewälzt werden können (Frage des **Tarifniveaus** oder der Kostendeckung).
- b) Zusätzlich ist zu prüfen, ob die Kostenanlastung aus der Sicht der individuellen Nutzniessenden verursachergerecht erfolgt (Frage der verursachergerechten **Tarifstruktur**).

Die Antwort auf Frage nach dem **Tarifniveau** fällt für die vier Infrastrukturbereiche unterschiedlich aus:

- In die **Abwasserent- und Wasserversorgung** flossen lange Zeit massive Subventionen von Bund und Kantonen und Gemeindesteuergelder. Aus der Sicht der Nutzniessenden insgesamt bestand eine deutliche Kostenunterdeckung. Die heute geltenden Bestimmungen bewirken, dass die Subventionierung in diesen Bereichen stark rück-

läufig ist. Entsprechend müssen die Nutzniessenden mit steigenden Gebühren rechnen. Bei der Abwasserentsorgung betrifft dies insbesondere den ländlichen Raum. Ungedeckt werden die externen Kosten des Abwassers bleiben (z.B. Beitrag des Abwassers zum Rückgang der Fischartenvielfalt in Gewässern).

- Im **Verkehrsbereich** weist der Strassenpersonenverkehr bei der Infrastruktur eine recht gute Kostendeckung auf. Die Schweizerische Strassenrechnung weist für das Jahr 1997 beim PW-Verkehr einen Eigenwirtschaftlichkeitsgrad von 97% aus. Trotz prognostizierter fallender Tendenz liegen die Probleme nicht bei der Deckung der Strasseninfrastrukturkosten insgesamt, sondern in folgenden Punkten:
  - Die grobe Schätzung der siedlungsstrukturbedingten Unterschiede bei den Folgekosten von Verkehrsunfällen und von Umweltbeeinträchtigungen kam zwar auf etwas tiefere Werte als in den übrigen Infrastrukturbereichen. Aber anders als in diesen Bereichen, werden diese Folgekosten praktisch vollständig auf die Allgemeinheit überwält und nicht von den Verursachenden bezahlt. Entsprechend sind die siedlungsstrukturbedingten Unterschiede bei den externen Kosten des Strassenpersonenverkehrs aus der Sicht der vorliegenden Untersuchung als bedeutsam einzustufen.
  - Der öffentliche Verkehr muss durch Bund, Kantone und Gemeinden massiv subventioniert werden. Einzelne Linien weisen Kostendeckungsgrade von nur gerade 20% auf. Die Siedlungsstruktur beeinflusst diese Grösse: Kompakte Siedlungsformen lassen sich kostengünstiger und attraktiver mit dem ÖV erschliessen als disperse Siedlungsformen.
  - Aus der Sicht der Gemeinden besteht im Strassenverkehrsbereich eine massive Kostenunterdeckung. Der Grund liegt im Schlüssel, nach welchem die Einnahmen aus dem Strassenverkehr auf die verschiedenen Staatsebenen verteilt werden. Beim Bund resultiert aus diesem Schlüssel eine massive Überdeckung. Vor diesem Hintergrund erstaunt nicht, dass die Gemeinden verstärkt versuchen, die Kosten für die Erschliessung von neuen Siedlungsgebieten möglichst auf die Grundeigentümer zu überwälzen. Dabei sind ihnen allerdings durch die Bundes- und die kantonale (Bau)Gesetzgebung rechtliche Schranken gesetzt, weshalb das Gemeinwesen auch künftig einen Teil der zersiedelungsbedingten Mehrkosten wird tragen müssen.
- Wieder anders sieht die Situation im **Strombereich** aus: Hier kann davon ausgegangen werden, dass die Netzkosten von den StromkonsumentInnen vollumfänglich getragen werden. Über Gewinnabgaben und Konzessionsgebühren flossen bisher sogar beträchtliche Mittel zur öffentlichen Hand.

Die Antwort auf die Frage nach der **verursachergerechten Tarifstruktur** fällt einheitlicher aus: In keinem der untersuchten Bereiche sind bisher unmittelbar verursachergerechte Gebühren- und Abgabensysteme auszumachen, bei vielen sind aber entsprechende Bestrebungen im Gang:

- Im **Abwasserbereich** sind in Einzelfällen schmutzfrachtabhängige Abgabensysteme eingeführt worden. Verschiedene Kantone sind bestrebt, nicht nur bei der Gebührenhöhe, sondern auch bei der Gebührenstruktur (Anschlussgebühr, Aufteilung Mengen-

preis und Grundgebühr) Anpassungen im Sinne des Verursacherprinzips vorzunehmen. Zersiedlungsbedingte Mehrkosten bei der Abwasserinfrastruktur werden damit vermehrt auf die Nutzniessenden übertragen werden, was wie der Abbau der Subventionen die Gebühren ansteigen lassen wird. Davon werden insbesondere Einfamilienhäuser (Siedlungstyp S2) betroffen sein, tragen diese heute doch in vielen Gemeinden nicht ihre vollen Kosten.

- Bei der **Wasserversorgung** besteht keine siedlungsspezifische Preisgestaltung, was angesichts der Ergebnisse dieser Untersuchung notwendig wäre, um das Verursacherprinzip stärker umzusetzen. Es kommt damit zu Quersubventionierungen innerhalb der gleichen Wasserversorgung: Die EinwohnerInnen von verdichteten Siedlungsgebieten bezahlen einen Teil der Kosten, welche durch die kostspielige Erschliessung disperser Siedlungsgebiete verursacht werden.
- Mit solchen Quersubventionierungen muss auch im **Strassenpersonenverkehr** gerechnet werden, da das zentrale Finanzierungsinstrument, die Mineralölsteuer, keine räumliche Differenzierung zulässt. Entsprechend zahlen sämtliche MIV-BenutzerInnen an das durch die Zersiedelung verteuerte Strassennetz. Massnahmen zur Internalisierung der externen Kosten im Strassenpersonenverkehr (z.B. Road Pricing, Parkplatzabgaben) sind zwar in der Fachliteratur zu finden und tauchen auch in der verkehrspolitischen Diskussion immer wieder auf. Umgesetzt sind sie noch nirgends in der Schweiz. Im ÖV wird noch lange mit Subventionen gerechnet werden müssen, wenn der heutige Angebotsstandard gehalten werden soll.
- Auch im **Strombereich** kann (noch) nicht davon ausgegangen werden, dass die Gebührenpraxis der Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) verursachergerecht ist, haben die EVU in ihrem Netzgebiet doch bisher an einer Art „freiwilligen Preissolidarität“ festgehalten. KonsumentInnen mit dem gleichen Verbrauchsverhalten bezahlen die gleichen Netzbenutzungskosten, unabhängig von den tatsächlichen Kosten in den einzelnen Siedlungsgebieten. Dies bedeutet, dass eine Quersubventionierung von tendenziell kostengünstigen (dichtbesiedelten) Gebieten zu teuren Gebieten stattfindet. Ob und wie sich diese Situation in Zukunft verändert, wird sich erst bei der definitiven Verabschiedung des Elektrizitätsmarktgesetzes zeigen. Gemäss Gesetzesentwurf soll die Tarifsolidarität und damit die angesprochene Quersubventionierung beibehalten werden.

## 9.5 Fazit

Mit Blick auf die in dieser Untersuchung berechneten Infrastrukturkosten unterschiedlicher Siedlungsstrukturen und die dargestellte Kostenträgerproblematik können abschliessend die unten stehenden Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Die Kosten für die Infrastruktur im engeren Sinn, also die baulich-technische Infrastruktur, werden durch die Siedlungsstruktur erheblich beeinflusst: Die in dieser Untersuchung durchgeführten Berechnungen in den Infrastrukturbereichen Abwasser-

entsorgung, Wasserversorgung, Verkehr und Stromversorgung zeigen in allen vier Bereichen **deutlich höhere Kosten für wenig verdichtete, disperse Siedlungsstrukturen**. So sind Infrastrukturkosten pro EinwohnerIn und Jahr bei einer Einfamilienhaus-siedlung rund 50% höher als bei einer verdichteten Siedlungsform. Am ausgeprägtesten sind die Unterschiede bei der Abwasserentsorgung, am geringsten noch bei der Stromversorgung.

- Die Kostenunterschiede finden sich **in allen vier untersuchten Ortstypen** (Stadt, Agglomeration, Regionalzentrum und ländliche Randgemeinde). Überdurchschnittlich hohe Einsparungen lassen in den „teuren“ urbanen Gebieten erzielen.
- Obiger Befund gilt auch für Siedlungserweiterungen, und ist insbesondere hier von zentraler Bedeutung: Gegenüber bestehenden Siedlungen bestehen bei Siedlungserweiterungen viel bessere Steuerungsmöglichkeiten. Die Ergebnisse der Berechnungen zeigen, dass eine Siedlungsentwicklung, welche stärker auf einer weiteren Verdichtung bestehender Siedlungsgebiete beruht, infrastrukturseitig bedeutend kostengünstiger ist als eine Entwicklung, bei welcher Neuerschliessungen im Vordergrund stehen. Die durch eine **verdichtete Siedlungserweiterung erzielbaren Kosteneinsparungen** gegenüber einer dispersen Entwicklung sind beachtlich: Die Infrastrukturkosten pro Kopf und Jahr unterscheiden sich bis um den **Faktor 3**.
- Der Realisierung solcher Einsparungen dürfte einerseits aus der Sicht der häufig noch mitfinanzierenden öffentlichen Hand, insbesondere aber auch der Nutzniessenden, also der EinwohnerInnen von neuen Siedlungen, grosse Bedeutung zukommen: Wegen Änderungen in der Subventionspraxis und der stärkeren Betonung des Verursacherprinzips in der Finanzierung von Infrastrukturanlagen werden sie vor allem in den Bereichen Abwasser und Wasser künftig ohnehin deutlich stärker zur Kasse gebeten werden. Die Kostenberechnungen und die Kostenträgeranalyse im Bericht zeigen, dass die Kostensteigerungen zur Erreichung der Kostendeckung in verschiedenen Infrastrukturbereichen (Abwasser, Wasser) substantiell sein werden. Von dieser Anhebung des Tarifniveaus werden natürlich nicht nur die EinwohnerInnen von neuen Siedlungen, sondern auch jene von bestehenden Siedlungen betroffen sein. Insgesamt stellt sich damit die **Frage der Finanzierbarkeit** einer auf Neuerschliessungen basierenden Siedlungsentwicklung künftig weniger für die das öffentliche Gemeinwesen, sondern in erster Linie für den **privaten Sektor**.
- Der Bericht zeigt weiter, dass die Deckung der Infrastrukturkosten durch die Nutzniessenden nur das eine Argument für Anpassungen bei den Finanzierungssystemen ist. Das andere ist die Struktur der aktuellen Tarifsysteme: Noch fliessen die aufgezeigten, erheblichen siedlungsstrukturbedingten Unterschiede bei den Infrastrukturkosten kaum in die Ausgestaltung der Finanzierungssysteme ein. Es bestehen Quersubventionen, indem die EinwohnerInnen von - aus Sicht der Infrastruktur - kostengünstigen Siedlungsformen die zusätzlichen Infrastrukturkosten mittragen, welche durch disperse Siedlungstypen verursacht werden. Entsprechend müsste aus der Sicht des vorliegenden Berichts der **Übergang zu stärker verursacherorientierten Tarifierungssystemen** ein wichtiges Thema sein, wenn Massnahmen zur Wahrnehmung des ausgewiesenen Handlungsbedarfs diskutiert werden. Dass ein solcher Übergang mit

---

spürbaren regionalen und lokalen Verteilungswirkungen verbunden wäre, machen die Ergebnisse der durchgeführten Berechnungen ebenfalls deutlich.

- In einem der untersuchten Infrastrukturbereiche, dem Verkehrsbereich, hat die Untersuchung gezeigt, dass nicht nur die Kosten für den Bau, Unterhalt und Betrieb der Infrastrukturanlagen ins Gewicht fallen, sondern auch die **Folgekosten der Benützung der Infrastruktur**. Aufgrund der Analyse muss der Schluss gezogen werden, dass auch bei den Unfallfolge- und Umweltkosten des Verkehrs siedlungsstrukturbedingte Unterschiede bestehen. Angesichts der Tatsache, dass der grösste Teil dieser Folgekosten nicht von den Verursachenden getragen, sondern „externalisiert“ wird, unterstützt der vorliegende Bericht die Forderung nach einer differenzierten verkehrspolitischen Strategie zur Internalisierung der externen Kosten des Verkehrs. Eine solche Internalisierung würde die schwierige Aufgabe erleichtern, im öffentlichen Verkehr geringere Defizite einzufahren.

Den in der neuen Untersuchung ausgewiesenen hohen Kostendifferenzen unterschiedlicher Formen von Siedlungsentwicklungen kann mit raumplanerischen, insbesondere aber auch mit preispolitischen Massnahmen entgegengewirkt werden. Der Bericht zeigt die Ansatzpunkte solcher noch vertieft zu analysierenden und im Detail auszuarbeitenden Massnahmen.

## Quellenverzeichnis

Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern (1998)

Gemeindeportraits der 22 Gemeinden,...

...die ihre Präqualifikationsunterlagen für den Wettbewerb „Attraktivierung von Kernzonen in Regionalzentren“ eingereicht haben, Bern.

Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern (Hrsg.) (1996)

Erschliessungsprogramm,

Arbeitshilfe für die Ortsplanung, Hinweise und Methoden zum Erlass eines EP, Bern.

Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern (Hrsg.) (1998)

Räumliche Entwicklung und Finanzen - ein Gegensatz?

„Synergien zwischen Raumplanung und Finanzen auf Gemeindeebene“ an Hand von 9 Gemeindeportraits, Bern.

Amt für Statistik der Präsidioldirektion der Stadt Bern (1990)

Statistisches Jahrbuch der Stadt Bern 1989,

Bern.

BFS - Bundesamt für Statistik (div. Jahrgänge)

Der öffentliche Verkehr,

Reihe 11 Verkehr und Nachrichtenwesen des Bundesamtes für Statistik, Bern.

BFS - Bundesamt für Statistik und Dienst für Gesamtverkehrsfragen (1996)

Verkehrsverhalten in der Schweiz 1994,

Reihe 11 Verkehr und Nachrichtenwesen des Bundesamtes für Statistik, Bern.

BFS - Bundesamt für Statistik und Dienst für Gesamtverkehrsfragen (1996)

Wege der Schweizer,

Ergebnisse des Mikrozensus Verkehr 1994, Bern.

BG- Bonnard & Gardel Ingenieure und Berater (Bern) AG (1998)

Zumutbare Investitionskosten für den Anschluss an eine zentrale Kläranlage,

Abwasserentsorgung in der Landwirtschaftszone, Arbeitspapier im Auftrag des Amtes für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern, Bern.

BG- Bonnard & Gardel Ingenieure und Berater (Bern) AG und VBK - Verband Bernischer Kläranlagen (1996)

Ermittlung der Schlammbehandlungskosten im Kanton Bern,

Ökobilanz Klärschlamm, Technischer Bericht, Bern.

BHP Bern AG - Beratungen Hanser und Partner (1996)

Synergien zwischen Raumplanung und Finanzen auf Gemeindeebene,

Schlussbericht der ersten Bearbeitungsphase, Bern.

- Blöchliger H.J., Herrmann S., Kux S. und Heitmann S. (1999)  
Finanzierung des Verkehrs von morgen,  
Analysen und Reformen, Bericht D9 des Nationalen Forschungsprogrammes 41 Ver-  
kehr und Umwelt, Basel und Bern.
- Braumann Ch. (1988)  
Siedlungsstruktur und Infrastrukturaufwand,  
Auswirkungen unterschiedlicher Siedlungsstrukturen auf den Aufwand für die kommu-  
nale Infrastruktur, gezeigt am ausgewählten Salzburger Gemeinden,  
Schriftenreihe des Salzburger Institutes für Raumforschung, Band 9, Salzburg.
- Bundesamt für Raumplanung (Hrsg.) (1996)  
Grundzüge der Raumordnung Schweiz,  
Bern.
- Bundesamt für Statistik (1996)  
Kantone und Städte der Schweiz,  
Statistische Übersichten, 1996, Reihe 0 Bereichsübergreifende Themen des BFS,  
Bern.
- Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (1998)  
Kostensenkung bei der Erschliessung und Bereitstellung von Wohnbauland,  
Bonn-Bad Godesberg.
- Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V. und Vereinigung Deut-  
scher Elektrizitätswerke (Hrsg.) (1987)  
Kosten- und Leistungsrechnung der Energie- und Wasserversorgungsunternehmen,  
3. erweiterte Auflage, Frankfurt a.M. / Bonn.
- BUWAL - Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (1994)  
Daten zum Gewässerschutz in der Schweiz,  
Umwelt-Materialien Nr. 22 Gewässerschutz, Bern.
- BUWAL (1993)  
Situation der Trinkwasserversorgung,  
Schriftenreihe Umwelt Nr. 12, Bern.
- BVE - Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern (2000)  
Schlussbericht zur Strassenrechnung des Kantons Bern,  
Bern.
- Dienst GVF - Dienst für Gesamtverkehrsfragen (1992)  
Verkehrsverhalten in der Schweiz 1989,  
GVF-Bericht 6/91, Bern.

ECOPLAN (1992)

Externe Kosten im Agglomerationsverkehr - Fallbeispiel Region Bern,  
Bericht 15B des Nationalen Forschungsprogrammes 25 „Stadt und Verkehr“, Bern.

ECOPLAN (1997)

Zentrumslasten und -nutzen,  
Bericht im Rahmen des Projekts Aufgabenteilung Kanton/Gemeinden im Kanton Bern,  
Teilprojekt 2: Finanz- und Lastenausgleich, Arbeitsgruppe Regionaler Lastenausgleich  
RELA, Bern.

ECOPLAN (1998)

Auswirkungen von Sparmassnahmen im ÖV,  
im Auftrages des Amtes für öffentlichen Verkehr des Kantons Bern, Bern.

ECOPLAN (1998)

Externalitäten im Verkehr - methodische Grundlagen,  
GVF-Auftrag Nr.. 281 a, Bern.

ECOPLAN (1999)

Service Public im liberalisierten Strommarkt,  
im Auftrag des Bundesamtes für Energie, der Regierungskonferenz der Gebirgskantone  
und der Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern, Bern.

FES / ORED - Fachorganisation für Entsorgung und Strassenunterhalt (1990)

Bericht über die Umfrage zu den Aufwendungen für Kanalnetz und Kläranlagen und deren  
Finanzierung,  
Arbeitsgruppe Musterbetriebskostenrechnung Abwasseranlagen, Bern.

Finanzverwaltung Statistikdienste der Finanzdirektion der Stadt Bern (1998)

Mikrozensus 1994 Verkehr,  
Das Verkehrsverhalten in der Stadt und Region Bern,  
Bern.

Hezel D., Höfler H., Kandel L. und Linhardt A. (1984)

Siedlungsformen und soziale Kosten,  
Vergleichende Analyse der sozialen Kosten unterschiedlicher Siedlungsformen,  
Beiträge zur kommunalen und regionalen Planung, Frankfurt a.M.

Hüsler W. (1988)

Strasse und Verkehr 2000,  
Band 5, Berlin.

IBFG - Interdisziplinäre Berater- und Forschungsgruppe AG (1995)

Therwil: Zonenplanung „Siedlung“,  
Fallstudie über die Kosten der Zersiedelung innerhalb der Bauzone am Beispiel von  
Therwil, Basel.

Infras (1994)

Dezentrale Konzentration - auch eine Sparmassnahme?  
Grundlagenbericht im Auftrag des Amtes für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern, Bern.

Infras und Oetterli J. (1999)

Liberalisierung und Grundversorgung,  
in den Sektoren Telekommunikation, Post, Elektrizität und öffentlicher Verkehr,  
State-of-the-Art Bericht und sektorübergreifende Übersicht,  
Koordination Raumordnung, im Auftrag des Staatssekretariats für Wirtschaft und des Bundesamtes für Raumplanung, Bern.

Infrasconsult (1995)

Kosten der Zersiedelung: Fallbeispiel Worb, Kt. Bern,  
Schlussbericht, Bern.

Kommunale Umwelt-AktioN U.A.N (Hrsg.) (1996)

Kostengünstige Abwasserbehandlung,  
Praxisbeispiele, Hannover.

Kommunale Umwelt-AktioN U.A.N (Hrsg.) (1996)

Kostengünstige Abwasserbehandlung,  
Handlungsanleitungen, Hannover.

Maibach M., Iten R. und Mauch S. (1992)

Internalisieren der externen Kosten des Verkehrs,  
Fallbeispiel Agglomeration Zürich, Bericht 33 des Nationalen Forschungsprogrammes  
25 „Stadt und Verkehr“, Zürich und Bern.

Maibach M., Schreyer Ch., Banfi S., Iten R. und de Haan P. (1999)

Faire und effiziente Preise im Verkehr,  
Bericht D3 des Nationalen Forschungsprogrammes 41 Verkehr und Umwelt, Zürich  
und Bern.

Munz W. (1993)

Methodik der Kostenvergleiche von Abwasseranlagen,  
Berechnungsmethoden in der Kanalisationstechnik 3, EAWAG - Eidg. Anstalt für Was-  
serversorgung, Abwasserreinigung & Gewässerschutz, Zürich.

Mutzner J. (1995)

Die Stromversorgung der Schweiz,  
Struktur und Entwicklung, Zürich.

Nooria AG, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich und Dienst für Gesamtverkehrsfragen (1993)

Bewertung der regionalen Erschliessung durch öffentlichen Verkehr: methodische Operationalisierung anhand der Fallstudie Schwyz, Wipkingen und Bern.

Northern Illinois University and American Farmland Trust (1999)

Living on the Edge: The Costs and Risks of Scatter Development, Chicago.

ÖIR - Österreichisches Institut für Raumplanung (1999)

Siedlungsstruktur und öffentliche Haushalte, Österreichische Raumordnungskonferenz (ÖROK), Schriftenreihe Nr. 143, Wien.

Ott W., Seiler B. und Kälin R. (1999)

Externe Kosten im Verkehr: Regionale Verteilungswirkungen, Bericht D4 des Nationalen Forschungsprogrammes 41 Verkehr und Umwelt, Zürich und Bern.

PSP - Plattner Schulz Partner AG (1999)

Kosten und Nutzen siedlungsplanerischer Massnahmen, Arbeitsbericht vom September 1999, Basel.

Regierungsrat des Kantons Bern (Hrsg.) (1997)

Vollzugskonzept Siedlungsentwässerung VOKOS, Bern.

Stadtplanungsamt der Stadt Bern (1990)

Verkehrsverhalten in Stadt und Region Bern - Mikrozensus 1989, Studienreihe des Planungsstabes 2/90, Bern.

SVGW - Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (1999)

Statistische Erhebungen der Wasserversorgung in der Schweiz 1997, Zürich.

TRB - Transportation Research Board, National Research Council (Hrsg.) (1998)

The Costs of Sprawl - Revisited, Transit Cooperative Research Programm, TCRP Report 39, Washington D.C.

VSA - Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, FES . Schweizerischer Städteverband / Fachorganisation für Entsorgung und Strassenunterhalt (1994)

Finanzierung der Abwasserentsorgung, Richtlinie über die Finanzierung auf Gemeinde- und Verbandsebene, Zürich/Bern.

VSE - Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (1997)  
Tarife, Preise und Kosten der elektrischen Energie,  
Zürich.

## **Anhang A: Mengengerüst**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeine Grundlagendaten.....</b>	<b>1</b>
1.1	Die inneren Erschliessungssysteme der Siedlungstypen .....	1
1.2	Äussere Erschliessung .....	2
1.3	Räumliche Lage .....	5
<b>2</b>	<b>Abwasser .....</b>	<b>5</b>
2.1	Innere Erschliessung .....	5
2.2	Äussere Erschliessung .....	6
2.2.1	Groberschliessung .....	6
2.2.2	Sammelkanäle und ARA-Zubringerleitungen (Verbandskanäle) .....	8
2.2.3	Kläranlage und Sonderbauwerke (Verbandsanlagen) .....	8
<b>3</b>	<b>Wasser .....</b>	<b>9</b>
3.1	Innere Erschliessung .....	9
3.1.1	Hausanschluss.....	9
3.1.2	Quartiererschliessung.....	10
3.1.3	Hydrant für Löschwasserversorgung.....	10
3.1.4	Anschluss an Groberschliessung.....	11
3.1.5	Plausibilisierung der Leitungslängen für die innere Erschliessung .....	11
3.2	Äussere Erschliessung .....	12
3.2.1	Groberschliessung .....	12
3.2.2	Transport- und Zubringerleitung.....	12
3.2.3	Reservoir.....	13
3.2.4	Wasserabgabe .....	13
3.2.5	Plausibilisierung der Leitungslängen im Einzugsgebiet .....	14
<b>4</b>	<b>Strasseninfrastruktur .....</b>	<b>14</b>
4.1	Innere Erschliessung .....	14
4.1.1	Vorplätze und Fusswege .....	14
4.1.2	Abstellplätze .....	15
4.1.3	Quartiererschliessung.....	15
4.1.4	Beleuchtung .....	16
4.2	Äussere Erschliessung .....	16

<b>5</b>	<b>Personenverkehr .....</b>	<b>17</b>
5.1	Verkehrserzeugung: Anzahl Wege und Fahrten .....	18
5.2	Längen der Wege und Fahrten.....	18
5.3	Verkehrsmittelwahl .....	19
<b>6</b>	<b>Stromversorgung .....</b>	<b>23</b>
6.1	Innere Erschliessung .....	23
6.1.1	Hausanschluss (Kasten) und Zähler.....	25
6.1.2	Kabinen.....	25
6.1.3	Lokales Verteilnetz (Kabelleitung, Graben) .....	26
6.1.4	Trafostationen .....	26
6.1.5	Plausibilisierung der Leitungslängen für die innere Erschliessung .....	27
6.2	Äussere Erschliessung .....	27
6.2.1	Groberschliessung.....	27
6.2.2	Zubringerleitung vom Unterwerk .....	28
6.2.3	Unterwerk .....	28
6.2.4	Stromverbrauch.....	29
6.2.5	Plausibilisierung der Leitungslängen für die regionale Verteilung .....	29
<b>7</b>	<b>Erschliessungspläne der Siedlungstypen .....</b>	<b>30</b>



# 1 Allgemeine Grundlagendaten

## 1.1 Die inneren Erschliessungssysteme der Siedlungstypen

Ausgangspunkt für die Festlegung der inneren Erschliessungssysteme sind die in Abschnitt 2.4 unterschiedenen Siedlungstypen. In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Ausprägungsmerkmale der fünf Siedlungstypen zusammengefasst.

**Tabelle A1-1: Ausprägung der wichtigsten Merkmale der fünf Siedlungstypen**

Merkmal	S1	S2	S3	S4	S5
<b>Gebäudetyp</b>					
Anzahl Geschosse / Gebäude	2	2	2	3	15
Ausnützungsziffer	0.04	0.34	0.53	1.00	3.50
Bruttogeschosfläche / Wohneinheit (WE)	270	203	163	144	90
Nettogeschossfläche / WE	224	168	135	119	75
Anzahl Personen pro WE	2.6	2.8	3.2	2.0	1.5
<b>Siedlungseinheit, Perimeter</b>					
Anzahl WE im Perimeter	1	11	21	45	253
Grundstücksfläche / WE	6'500	591	310	144	26
Anzahl Personen im Perimeter	3	31	67	90	379
Fläche des Perimeters	6'500	6'500	6'500	6'500	6'500

Die inneren Erschliessungssysteme sind für die fünf unterschiedenen Siedlungstypen im Detail ausgearbeitet worden.<sup>(1)</sup> Die erstellten Erschliessungspläne sind ganz am Schluss dieses Anhangs wiedergegeben. Ausgehend von obiger Tabelle und den Erschliessungsplänen können die Siedlungstypen wie folgt beschrieben werden:

- ❑ Der erste Siedlungstyp ist ein **freistehendes Einzelgebäude** mit grossem Umschwung. Dieser Siedlungstyp ist typischerweise in ländlichen Streusiedlungen anzutreffen.
- ❑ Beim zweiten Siedlungstyp handelt es sich um eine klassische **Einfamilienhaussiedlung**. Sie ist praktisch in allen von uns unterschiedenen Ortstypen anzutreffen. Jedes Einfamilienhaus ist einzeln an die Quartierserschliessung angeschlossen.
- ❑ Der dritte Typ ist eine **Reiheneinfamilienhaussiedlung** aktueller Prägung. Die Häuser weisen in aller Regel zwei Geschosse auf. Sie verteilen sich auf drei Reihen zu je 7 Wohneinheiten. Innerhalb der Siedlung gibt es nur Fussgängerverbindungen. Die Fahrzeuge sind in einer zentralen Einstellhalle untergebracht.

1 Die Ausarbeitung erfolgte durch das Architekturbüro Joliat+Suter in Biel.

- Dem vierten Siedlungstyp ist eine **dreigeschossige Blocksiedlung** zu Grunde gelegt, welche aus vier Wohnblocks besteht. Einer der vier Blocks ist etwas schmaler als die übrigen. Er weist nur neun Wohneinheiten auf, die übrigen deren zwölf. Wie beim Siedlungstyp 3 sind auch hier die Fahrzeuge in einer Einstellhalle untergebracht.
- Beim letzten Siedlungstyp handelt es sich schliesslich um einen **grossen Wohnblock** mit 14 Stockwerken plus Attika. Die Wohneinheiten sind zweigeschossige Maisonette-Wohnungen. Die Grundfläche eines Geschosses des Blocks ist in 28 Wohneinheiten unterteilt. Zu diesen Maisonette-Wohnungen kommen vier Attika-Wohnungen mit Terrasse hinzu.

Die durchschnittliche **Anzahl Personen pro Wohneinheit** und Siedlungstyp (vgl. Tabelle A1-1) musste ausgehend von Angaben der Volkszählung 1990 abgeschätzt werden. Unmittelbar verwendbare Daten sind beim Bundesamt für Statistik nicht verfügbar. Die Wohnungen in der Schweiz können auf Kategorien von Gebäuden mit unterschiedlicher Anzahl Wohnungen verteilt werden, die Anzahl Personen pro Wohneinheit (WE) ist für die verschiedenen Gebäudekategorien aber nicht bekannt. Angaben über die Anzahl Personen pro WE sind nur für verschiedene Kategorien von Wohnungen (Anzahl Zimmer und Wohnfläche) verfügbar. Auf diesen Angaben beruhen die von uns verwendeten plausiblen Werte:<sup>(2)</sup>

- Ausgangspunkt für die Siedlungstypen 1 und 2 sind die verfügbaren Angaben über Einfamilienhäuser (EFH). Bei diesen beträgt die durchschnittliche Anzahl BewohnerInnen pro Wohneinheit (WE) 2.5. Allerdings unterstellen wir EFH mit vergleichsweise grosser Wohnfläche (vgl. Tabelle A1-1). Wird von dieser ausgegangen, ergibt sich aufgrund der Angaben des BFS ein Wert in der Grössenordnung von 3. Weiter gehen wir davon aus, dass die EFH-Siedlung (S2) etwas kinderfreundlicher ist als das Einzelgebäude. Die Werte von Tabelle A1-1 stellen damit plausible Mittelwerte dar.
- Bei den Siedlungstypen S3, S4 und S5 sind wir in erster Linie von der Wohnfläche ausgegangen. S4 und S5 weisen etwas tiefere Werte auf, als allein aufgrund der Wohnfläche eingesetzt werden müssten. Damit der steigenden Zahl von Einzelhaushalten, welche vor allem in diesen beiden Siedlungstypen anzutreffen sind, Rechnung getragen werden.

## 1.2 Äussere Erschliessung

Neben der inneren Erschliessung ist den einzelnen Siedlungstypen ein **Teil der Groberschliessung** anzulasten (vgl. dazu die Ausführungen in Abschnitt 2.7). Über die innere Erschliessung allein können die Infrastrukturkosten bei Zersiedelungstendenzen in der Siedlungsstruktur und -erweiterung nicht erfasst werden.

Dieser Teil variiert je nachdem, wie der betrachtete Siedlungsperimeter an die Groberschliessung angeschlossen ist. In den Erschliessungsplänen (vgl. am Schluss dieses Anhanges) sind die Siedlungsperimeter durch eine Haupteerschliessung entlang der kürzeren

---

2 Auskunft und Unterlagen von Frau M. Gerber, BFS, Sektion BHS.

Seite erschlossen. Selbstverständlich könnte die Erschliessung auch entlang der längeren Seite oder entlang beider/mehrerer Seiten erfolgen. Weiter kann die Haupterschliessung ein- oder beidseitig bebaut sein (vgl. dazu auch Grafik 5.2 im Haupttext). Die den einzelnen Siedlungstypen direkt anrechenbare Groberschliessung unterscheidet sich deshalb je nach Einzelfall spürbar. Für unser Normkostenmodell geht es vor diesem Hintergrund darum, eine Annahme für einen plausiblen mittleren Fall zu treffen.

Solche plausible Fälle lassen sich einerseits aus konkreten Ortsplänen, andererseits aus entsprechenden Untersuchungen ableiten. Wir stützen uns auf die Untersuchung „Kostenfaktor Erschliessungsanlage“ ab. In dieser Studie werden für verschiedene Siedlungstypen die relevanten und Flächen und Längen der Groberschliessung *ausserhalb* der Baugrundstücke festgelegt (d.h. Fläche und Länge des relevanten Teils der Erschliessungsstrasse). Ausgangspunkt sind definierte Groberschliessungen. Die Längen der Groberschliessungen hängen von den Seitenlängen des Baugrundstückes ab.

Bei der Ermittlung des Teils der Groberschliessung, welcher der betrachteten Bebauung anzurechnen ist, wird berücksichtigt, ob die Groberschliessung einseitig oder beidseitig bebaut ist. Aus der Untersuchung lässt sich die Kennzahl „Summe der Erschliessung ausserhalb des Baugrundstückes in % der Fläche des Baugrundstückes“ herleiten. Die Kennzahlen variieren zwischen 8.1% (Einfamilienhaussiedlung mit beidseitig angebaute Groberschliessung) und 23% (Reihenhäuser, ein- und beidseitig angebaute Groberschliessung).<sup>(3)</sup>

Wenn wir von der in den Plänen eingezeichneten Haupterschliessung ausgehen, ergibt sich der vergleichsweise tiefe Wert von 7%. Mit diesem Anteil würde eine äusserst kompakte Groberschliessung unterstellt, es gäbe keine Querstrassen. In der Realität dürfte der Anteil spürbar über diesen 7% liegen.

Ausgehend von diesen Überlegungen gehen wir im Normalfall von einem Prozentsatz von **13%** aus. Abweichungen gegen oben und unten können in das Berechnungsblatt als Sensitivitäten eingegeben werden. Die Ergebnisse können als Zusatzausgaben bzw. Einsparungen von dispersen bzw. verdichteten Groberschliessungen interpretiert werden. Bei diesem Prozentsatz ergibt sich folgendes Mengengerüst für jenen Teil der Groberschliessung, welcher dem betrachteten Siedlungsperimeter angerechnet werden kann:<sup>(4)</sup>

- Fläche: **845m<sup>2</sup>** (nur für Strasse relevant)
- Länge: **130m**

Diese Werte werden sowohl bei der Berechnung der Infrastrukturkosten bestehender Siedlungen als auch bei der Abschätzung der langfristigen Grenzkosten von neuen Siedlungen eingesetzt.

Mit **Plausibilitätsrechnungen** kann dieser Wert etwas besser abgestützt werden. Ziel dieser Berechnungen ist es, für eine einzelne Gemeinde, welche einem unserer vier Ort-

---

3 Vgl. Weeber H. und Rees M., Institut für Stadtplanung und Sozialforschung (1999), Kostenfaktor Erschliessungsstrasse, S. 28 ff.

4 Die Fläche ist nur für die Strasseninfrastruktur relevant. Bei der Länge wird vereinfachend unterstellt, dass die Länge der Groberschliessung der übrigen leitungsgebundenen Infrastrukturanlagen durch die Länge des Strassennetzes angenähert wird.

stypen zugeordnet werden kann, die Leitungslängen pro Kopf der in diesem Bericht analysierten Netzinfrastrukturen, welche der Erschliessung des Siedlungen dienen, in ihren Grössenordnungen „erklären“ zu können. Ausgangspunkt für eine solche Berechnung ist die Zuordnung des gesamten Siedlungsgebietes der Gemeinde zu den fünf unterschiedlichen Siedlungstypen. Wegen der unterschiedlichen Anzahl Personen, welche in den Siedlungstypen wohnen, beeinflusst diese Zuordnung das Ergebnis entscheidend. In der untenstehenden Tabelle ist für die vier Ortstypen wiedergegeben, bei welchen prozentualen Anteilen der einzelnen Siedlungstypen die Kenngrösse „Leitungslängen / Kopf“ in ihren Grössenordnungen bestätigt wird.

**Tabelle A1-2: Verteilung Gesamtbevölkerung auf die fünf Siedlungstypen**

Ortstyp	S1	S2	S3	S4	S5
Stadt	0.5%	7.0%	18.0%	40.0%	34.5%
Agglomeration	1.5%	15.0%	30.0%	30.0%	23.5%
Regionalzentrum	1.5%	28.5%	35.0%	35.0%	0.0%
Randgemeinde	15.0%	40.0%	30.0%	15.0%	0.0%

Die Prozentanteile in der Tabelle sind unter Beachtung von fünf Nebenbedingungen hergeleitet worden, welche durch die gewählte Prozentverteilung beeinflusst werden:<sup>(5)</sup>

- durchschnittliche Anzahl BewohnerInnen pro Wohneinheit (vgl. dazu Abschnitt 1.2 dieses Anhangs)
- Anzahl bewohnte Gebäude in der Gemeinde
- Anzahl Wohnungen in der Gemeinde
- für Wohnzwecke genutzte Siedlungsfläche
- Anteil Einfamilienhäuser an der Gesamtzahl der bewohnten Wohnungen

Konkret heisst dies: Die in Tabelle A1-2 wiedergegebenen Anteile wurden für Gemeinden eines unserer vier Ortstypen so lange variiert, bis eine Verteilung gefunden wurde, bei welcher der vorgegebene Wert für die Kenngrösse „Leitungslänge / Kopf“ (z.B. Kanallänge / Kopf im Abwasserbereich) in etwa erreicht wurde, ohne dass die Abweichungen bei den fünf oben aufgeführten Nebenbedingungen zu gross wurden.

Die Plausibilitätsrechnungen wurden für verschiedene Gemeinden durchgeführt (z.B. Stadt Bern, Köniz, Worb, Rütli (ZH), Schlieren, Richterswil, Meikirch). Die in Tabelle A1-2 wiedergegebenen Werte sind mittlere Werte, welche sich für die verschiedenen Ortstypen ergeben haben.

5 Die quantitativen Angaben zu den Nebenbedingungen stammen aus folgenden Quellen: Wohnbau- und Arealstatistik des Bundesamtes für Statistik, Gemeindedatenblätter des Statistischen Amtes des Kantons Zürich, Gemeindedatenblätter für ausgewählte Gemeinden des Amtes für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern (1998) (aus Wettbewerb „Attraktivierung von Kernzonen in Regionalzentren“), Amt für Statistik der Präsidioldirektion der Stadt Bern (1990), Statistisches Jahrbuch der Stadt Bern 1989.

## 1.3 Räumliche Lage

Die räumliche Lage bezieht sich auf die Frage, wo der betrachtete Perimeter im Siedlungszusammenhang liegt (vgl. auch Abschnitt 2.4 im Berichtsteil). Diese Lage entscheidet in unserem Normkostenmodell bei der Berechnung der Infrastrukturkosten **neuer Siedlungen** über die Grösse „Distanz zur bestehenden Groberschliessung“.

Mit dieser Grösse wird ausgedrückt, dass für eine vergleichsweise abseits gelegene Siedlung eine Zuleitung zu der bestehenden Groberschliessung gebaut werden muss. Es wird unterstellt, dass diese Zuleitung nur der Erschliessung der betrachteten Siedlung dient.

Angesichts des in den meisten Fällen sehr dichten bestehenden Groberschliessungsnetzes (z.B. bestehendes Gemeindestrassennetz) ist hier nur in Ausnahmefällen von Distanzen im Kilometerbereich auszugehen. Für den Fall einer dispersen Siedlungserweiterung unterstellen wir eine Distanz von 200m. Die Siedlungserweiterung bedingt also den Neubau einer 200m langen Zuleitung.

Bei der Betrachtung **bestehender Siedlungen** (Durchschnittskostenbetrachtung) wird der Wert auf Null gesetzt, da die Groberschliessung in diesem Fall durch die den Siedlungstypen anrechenbaren Anteile erklärt wird (vgl. Abschnitt 1.2 oben). Einzig beim Siedlungstyp 1 wird eine „Zuleitung“ von 100m unterstellt, um dem Streusiedlungscharakter Rechnung zu tragen.

## 2 Abwasser

### 2.1 Innere Erschliessung

Gebäude werden in den meisten Fällen - unter Ausnützung eines natürlichen Gefälles - mittels Freispiegelleitungen an die Quartier- und die Groberschliessung angeschlossen. Neben den Kanälen (Hausanschlüsse und Quartiererschliessung) sind zusätzlich Kontrollschächte oder Kontrollstutzen vorzusehen. Kontrollstutzen sind nicht begehbar, ermöglichen aber die Kanalreinigung und eine visuelle Kontrolle der Kanalisation.

Die nachfolgende Tabelle zeigt das gewählte Mengengerüst für die innere Erschliessung. Bei den Siedlungstypen S3 und S4 wird dabei ein Teil der Gebäude (Reiheneinfamilienhäuser) „Inhouse“ erschlossen.

Die verwendeten Leitungslängen und die Anzahl der Kontrollschächte bzw. Kontrollstutzen basieren auf den Planangaben. Bei den Siedlungstypen 3 und 4 ist die „Quartiererschliessung“ in den Längenangaben für die Hausanschlüsse enthalten.

**Tabelle A2-1: Innere Erschliessung Kanalisation**

		S1	S2	S3	S4	S5
Hausanschluss	Meter	50	70	60	50	0
Hausanschluss (Inhouse)	Meter	0	0	170	235	60
Quartiererschliessung	Meter	0	160	0	0	100
Kontrollschächte Strasse	Stück	1	2	1	1	1
Kontrollstutzen Inhouse	Stück	--	--	3	4	--
Kontrollstutzen Wiese	Stück	--	--	--	--	7
Kontrollstutzen Strasse	Stück	--	9	--	--	--
Total Kontrollschächte/-stutzen	Stück	1	11	4	5	8

## 2.2 Äussere Erschliessung

### 2.2.1 Groberschliessung

Als Groberschliessung bezeichnen wir das Leitungssystem, welches zur Erschliessung der Quartiere dient. Die verwendeten Längenmasse basieren auf den Ausführungen in Abschnitt 1.2.

**Tabelle A2-2: Länge Groberschliessung in m**

	S1	S2	S3	S4	S5
Groberschliessung	130	130	130	130	130

Im Folgenden untersuchen wir, ob die Längen der gewählten Groberschliessung auch zu realitätsnahen Kanallängen für die einzelnen Ortstypen führen. Anhand der Anzahl Personen pro Siedlungstyp (vgl. Tabelle A1-1) und der Anteile der einzelnen Siedlungstypen am Ortstyp (vgl. Tabelle A1-2) berechnen wir die spezifischen Kanallängen des gemeindeeigenen Kanalnetzes (dies beinhaltet neben der Groberschliessung auch die Quartiererschliessung). Die nachfolgende Tabelle zeigt die spezifischen Kanallängen (Kanallänge pro Einwohner), die sich aus unseren Vorgaben errechnen lassen.

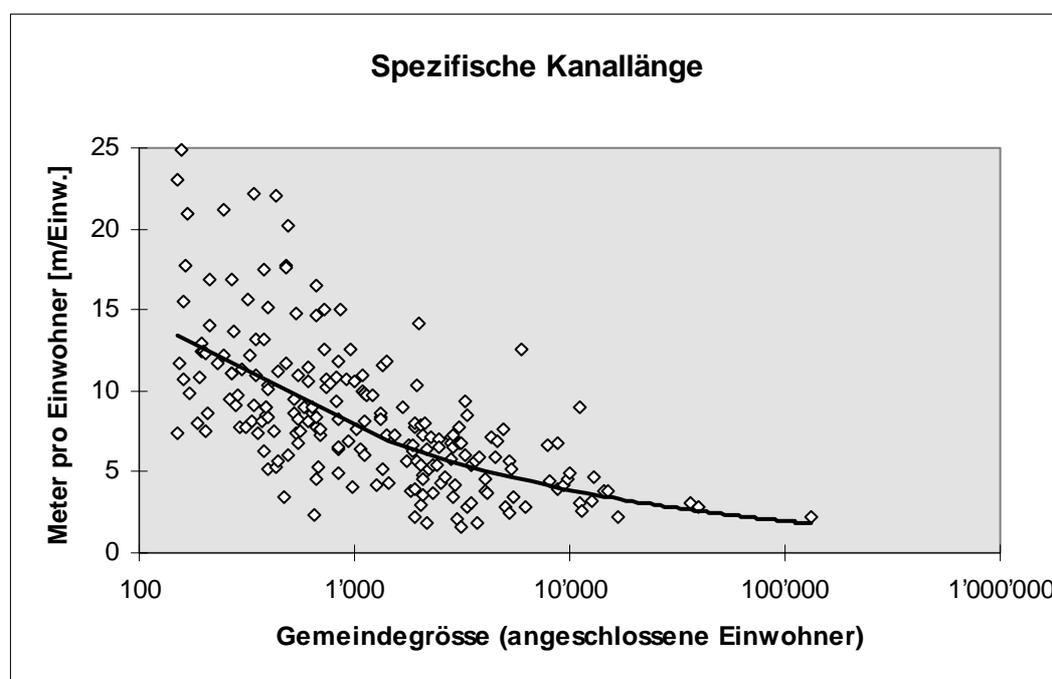
**Tabelle A2-3: Berechnete spezifische Kanallängen**

	Ortstyp			
	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Gemeindeeigene Kanäle [m/Einw.]	2.0	3.3	4.6	12.1

Vergleichen wir diese berechneten Werte mit den spezifischen Kanallängen von 208 Berner Gemeinden (vgl. nachfolgende Grafik)<sup>6</sup>, so können wir feststellen, dass die gewählten Vorgaben zur Berechnung der Länge des Groberschliessungsnetzes gut mit der Realität übereinstimmen: Die Grafik zeigt, dass Gemeinden mit mehr als 100'000 angeschlossenen Einwohnern (Ortstyp Stadt) spezifische Kanallängen von 2 bis 2.5 m aufweisen. Agglomerationsgemeinden mit 10'000 bis 20'000 Einwohnern weisen spezifische Kanallängen von 2.5 bis 4.5 m auf. Die Regionalzentren mit 5'000 bis 8'000 Einwohnern müssen mit 4 bis 7 m pro Einwohner rechnen. Die längsten spezifischen Kanallängen sind in den Randgemeinden - mit 7 bis 20 m/Einwohner - zu verzeichnen. Die berechneten spezifischen Kanallängen liegen demnach vor allem in städtischen Gebieten und der Agglomeration am unteren Ende der Bandbreite. Der Grund dafür liegt darin, dass in diesen Gebieten der in unseren Berechnungen nicht berücksichtigte Anteil für die Industrie/Gewerbe hoch ist.

Die Grafik zeigt weiter, dass die „Streubreite“ relativ gross ist und sich vor allem bei den kleineren Gemeinden grosse Unterschiede ergeben.

**Tabelle A2-4: Spezifische Kanallänge in 208 Berner Gemeinden**



6 Die Daten stammen aus dem Vollzugskonzept Siedlungsentwässerung des Kantons Bern und wurden uns von Bonnard&Gardel AG zur Verfügung gestellt. Es wurden nur Gemeinden berücksichtigt, bei denen keine massgeblichen Neuerschliessungen mehr nötig sind und deren Einwohnerzahl mehr als 150 beträgt. Vgl. dazu auch

Regierungsrat des Kantons Bern (1997), Vollzugskonzept Siedlungsentwässerung (VOKOS), Seite 135f.

## 2.2.2 Sammelkanäle und ARA-Zubringerleitungen (Verbandskanäle)

Alle gemeindeeigenen Sammelkanäle und ARA-Zubringerleitungen sind in der Groberschliessung bereits enthalten. Nicht enthalten sind die Verbandskanäle. Dies sind in der Regel ARA-Zubringerleitungen von der Gemeinde zur Verbandskläranlage. Die Kosten für die Verbandskanäle werden aus den für den Kanton Bern im Rahmen des Vollzugskonzepts Siedlungsentwässerung (VOKOS) erhobenen Daten direkt als Kosten in CHF/EWG berücksichtigt (vgl. Wertgerüst Abschnitt 2.2 in Anhang B).

## 2.2.3 Kläranlage und Sonderbauwerke (Verbandsanlagen)

Im Folgenden zeigen wir auf, wie die einzelnen Ortstypen ihr Abwasser reinigen. Die Grösse der Kläranlage spielt dabei eine zentrale Rolle für die Kosten: Je grösser eine Kläranlage, desto geringer die spezifischen Reinigungskosten.

**Tabelle A2-5: ARA-Grösse und Sonderbauwerke**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
ARA [EWG]	200'000	200'000	25'000	7'000
Sonderbauwerke [EWG]	200'000	200'000	25'000	7'000

Die **Stadt** und die **Agglomeration** werden an zwei Grosskläranlagen angeschlossen. Die Agglomeration kann somit vollumfänglich von den Skaleneffekten einer städtischen Grosskläranlage profitieren. Neben den Einwohnern sind selbstverständlich auch Industrie und Gewerbe an die Kläranlage angeschlossen. Wir gehen davon aus, dass die Grosskläranlage je zur Hälfte häusliches und betriebliches Abwasser klärt. Die Grosskläranlage wird also bei 100'000 angeschlossenen Einwohnern auf eine Grösse von 200'000 so genannten Einwohnergleichwerten dimensioniert.

Beim **Regionalzentrum** gehen wir davon aus, dass dieses eine Kläranlage betreibt und verschiedene Anrainergemeinden ebenfalls in diese Kläranlage entwässern. An diese Kläranlage können 15'000 Einwohner und Betriebe im Umfang von 10'000 Einwohnergleichwerte angeschlossen werden. Die ARA wurde somit auf 25'000 Einwohnergleichwerte dimensioniert.

Die **Randgemeinde** wird zusammen mit mehreren Randgemeinden an eine zentrale Kläranlage angeschlossen. Die Kläranlage hat dabei eine Grösse von rund 7000 Einwohnergleichwerten.

Als **Spezialfall** müssten die Streusiedlungen (Siedlungstyp S1) im ländlichen Raum betrachtet werden: Diese haben teilweise keinen Anschluss an die zentrale Kläranlage, sondern verfügen über eine eigene dezentrale Abwasserentsorgung. Dieser Spezialfall wird im Rahmen dieser Studie nicht mehr näher betrachtet, da die Kosten je nach Fall äusserst stark schwanken und generelle Aussagen keinen Sinn machen.

Bei den **Sonderbauwerken** (Pumpstationen, Regenüberläufe, Regenbecken usw.) ist zu beachten, dass alle gemeindeeigenen Sonderbauwerke in der Groberschliessung bereits enthalten sind. Nicht enthalten sind die Sonderbauwerke der Zweckverbände. Die unterschiedliche Ausstattung mit Sonderbauwerken auf Verbandsebene wird im Wertgerüst berücksichtigt.

## 3 Wasser<sup>(7)</sup>

### 3.1 Innere Erschliessung

#### 3.1.1 Hausanschluss

Für den Anschluss eines Gebäudes an die Wasserversorgung braucht es einerseits die Rohrleitung (normalerweise bis zur Quartierserschliessung) und andererseits die notwendigen Armaturen (Schieber, Batterie) zur Regelung des Wasserzuflusses.

**Tabelle A3-1: Anzahl Hausanschlüsse mit Armaturen**

	S1	S2	S3	S4	S5
Hausanschluss (Schieber, Batterie)	1	11	21	4	7

Die Anzahl der Hausanschlüsse leitet sich im Normalfall aus der Anzahl Gebäude ab. Beim Siedlungstyp 5 wird gemäss Angaben von Fachleuten davon ausgegangen, dass das sehr grosse Gebäude mit mehreren Anschlüssen versorgt wird, um die Folgen eines allfälligen Defektes auf eine möglichst kleine Anzahl betroffener Personen zu beschränken.

**Tabelle A3-2: Länge der Hausanschlüsse in Meter pro Hausanschluss**

	S1	S2	S3	S4	S5
Rohrleitung Hausanschluss	50	6	12	46	9

7 Die nachfolgenden Ausführungen zum Mengengerüst basieren auf Angaben folgender Institutionen bzw. Personen: Sanitäre Anlagen / Heizungen / Techn. Büro B. Aschwanden, Altdorf; Ingenieurbüro Grombach & Co. AG IB, Zürich; Ingenieurbüro Tobler & Fuchs AG, Ebikon; Regionale Wasserversorgung St. Gallen AG; Schweiz. Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW), Zürich; Städtische Werke Luzern; Wasserversorgung Altdorf; Wasserversorgung Zürich.

Verschiedene Informationsgeber haben ihre Auskünfte an die Bedingung verpflichtet, dass ihre Angaben im Bericht nicht direkt identifizierbar sind. Wir kommen diesem Anliegen entgegen, indem wir auf direkte Quellenverweise verzichten, ausser wenn es sich um allgemein zugängliche Informationen handelt.

Die verwendeten Leitungslängen basieren auf den Planangaben. Die Dimensionierung der Rohrleitung nimmt von S1 zu S5 (von 20mm bis 50mm Rohrdurchmesser).

### 3.1.2 Quartierschliessung

Meist wird die Hausanschluss-Leitung an die Quartierschliessung angeschlossen (in Ausnahmefällen auch direkt an die Groberschliessung). Für diesen Anschluss werden wiederum besondere Armaturen (Schieber, T-Stück) benötigt.

**Tabelle A3-3: Anzahl Anschlüsse an Quartierschliessung**

	S1	S2	S3	S4	S5
Anschluss an Quartierleitung (Schieber, T-Stück)	0	11	3	4	7

Beim Siedlungstyp 1 entfällt der Anschluss an eine Quartierschliessung, da direkt an die Groberschliessung angeschlossen wird.

**Tabelle A3-4: Länge der Quartierschliessung in Meter**

	S1	S2	S3	S4	S5
Rohrleitung Quartierschliessung	0	160	0	0	100

Die verwendeten Leitungslängen basieren auf den Planangaben. Beim Siedlungstyp 1 entfällt wie erwähnt die Groberschliessung, bei den Siedlungstypen 3 und 4 ist die „Quartierschliessung“ in den Längenangaben für die Hausanschlüsse enthalten. Da im Normalfall Löschwasser- und Trinkwassersystem nicht getrennt geführt werden, wird die Dimensionierung der Rohrleitungen durch den Löschwasserbedarf im Brandfall bestimmt. Meist werden für Quartierschliessungen Leitungen mit einem Durchmesser von mindestens 250mm verwendet.

### 3.1.3 Hydrant für Löschwasserversorgung

Bei der Grösse des betrachteten Perimeters (65m x 100m) ist davon auszugehen, dass mit Ausnahme des Siedlungstyps 1 in allen anderen Siedlungstypen ein Hydrant gesetzt wird. Damit kann die Löschwasserversorgung im Brandfall gewährleistet werden.

**Tabelle A3-5: Anzahl Hydranten**

	S1	S2	S3	S4	S5
Hydrant	0	1	1	1	1

### 3.1.4 Anschluss an Groberschliessung

Der Anschluss der Quartierserschliessung an die Groberschliessung bedingt wiederum spezielle Armaturen (T-Stück, Schieber).

**Tabelle A3-6: Anzahl Anschlüsse an Groberschliessung**

	S1	S2	S3	S4	S5
Anschluss an Groberschliessung (Schieber, T-Stück)	1	2	1	1	1

Beim Siedlungstyp 2 müssen aufgrund des gewählten Erschliessungssystems (vgl. Pläne) zwei Anschlüsse berücksichtigt werden.

### 3.1.5 Plausibilisierung der Leitungslängen für die innere Erschliessung

Zur Plausibilisierung der verwendeten Leitungslängen für Hausanschluss und Quartierleitung haben wir pro Kopf Werte ermittelt, welche sich aus den verwendeten Modellannahmen ergeben. Es gilt zu beachten, dass das Leitungsnetz für die innere Erschliessung in den Erhebungen des SVGW mehrheitlich nicht erfasst ist, weil die Leitungen der inneren Erschliessung meist in **privatem Besitz** sind und sich nicht im Besitz der jeweiligen Wasserversorgungsträgerschaft befinden.

Für die Plausibilisierung haben wir die gleiche Gewichtung der Siedlungstypen nach den verschiedenen Ortstypen (Stadt, Agglo, Regionalzentrum, Randgemeinde) vorgenommen, wie sie in Tabelle A1-2 „Verteilung der Gesamtbevölkerung auf die fünf Siedlungstypen“ ausgewiesen ist.

**Tabelle A3-7: Länge für Hausanschluss und Quartierserschliessung pro Kopf und nach Ortstypen (Modellergebnisse)**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Länge für Hausanschluss- und Quartierleitung pro EinwohnerIn	2.3 m	3.3 m	4.5 m	7.3 m

Die ausgewiesenen Rohrlängen pro Kopf für die innere Erschliessung liegen im Vergleich zu einzelnen konkreten Fallbeispielen (z.B. Wasserversorgung Altdorf) an der unteren Grenze. Es ist davon auszugehen, dass die verwendeten Normlängen zwar für ein Stichleitungssystem zutreffen. Jedoch setzt sich in den Wasserversorgungen immer mehr der Trend zu sogenannten Ringsystemen (zusätzlicher Zusammenschluss von Quartiererschliessungen) durch, welche beim Ausfall einer Leitung oder eines Leitungsstücks eine höhere Versorgungssicherheit gewährleisten. Diese Entwicklung ist in unseren Annahmen noch nicht enthalten.

## 3.2 Äussere Erschliessung

### 3.2.1 Groberschliessung

Als Groberschliessung bezeichnen wir das Leitungssystem, welches zur Erschliessung von einzelnen Quartieren (Siedlungstypen) dient. Die verwendeten Längenmasse basieren auf den Ausführungen in Abschnitt 1.2.

**Tabelle A3-8: Länge Groberschliessung und Zuleitung zur Groberschliessung in m**

	S1	S2	S3	S4	S5
Groberschliessung	130	130	130	130	130

### 3.2.2 Transport- und Zubringerleitung

Die Längen für die Transportleitung von der Wasserfassung bis zum Reservoir und für die Zubringerleitung zwischen dem Reservoir und dem Versorgungsgebiet fallen je nach den geographischen Verhältnissen und der Lage der Wasservorkommen sehr unterschiedlich aus. So bezieht zum Beispiel die Stadt Luzern einen Teil ihres Wasser aus einer Quelle, welche eine Transportleitung von rund 12 km bedingt. Demgegenüber beläuft sich die Transportleitung in der Gemeinde Altdorf (UR) auf wenige Hundert Meter. Die in der nachstehenden Tabelle angegebenen Längenmasse sind daher als **Berechnungsannahmen für unser Modell** zu verstehen. In der Grössenordnung können sie als plausibel betrachtet werden, es handelt sich aber Modellannahmen und nicht um empirisch abgestützte Durchschnittswerte.

**Tabelle A3-9: Länge von Transport- und Zubringerleitung im Einzugsgebiet in m**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Zubringerleitung	5'000	5'000	1'000	500
Transportleitung	7'000	7'000	2'000	1'000

### 3.2.3 Reservoir

Die im Tagesgang stark schwankende Nachfrage nach Trink- bzw. Frischwasser sowie die Optimierung der Betriebskosten (z.B. Vermeidung von Pumpkosten im Strom-Hochtarif) erfordert den Bau von Reservoirs zur Wasserspeicherung. Für die Ermittlung des Kapazitätsbedarfs stützen wir uns auf folgende Grundlagen ab:

- Gemäss Erfahrungswerten soll die Reservoirkapazität in etwa einem durchschnittlichen Tagesbedarf im Netzgebiet entsprechen.
- Der Tagesbedarf pro EinwohnerIn beläuft sich pro Tag auf rund 0.25 m<sup>3</sup>, was einem Jahresverbrauch von gut 90 m<sup>3</sup> pro Person entspricht. Diese Angaben beruhen auf einer Erhebung des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches.<sup>(8)</sup>

Mit Hilfe dieser Grundlagen wurden der nachfolgende Kapazitätsbedarf festgelegt:

**Tabelle A3-10: Kapazitätsbedarf Reservoir pro EinwohnerIn in m<sup>3</sup>**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Reservoir pro Einw.	0.27 m <sup>3</sup>	0.27 m <sup>3</sup>	0.27 m <sup>3</sup>	0.27 m <sup>3</sup>

### 3.2.4 Wasserabgabe

Die angenommenen Werte für den durchschnittlichen Wasserverbrauch basieren ebenfalls auf der Erhebung des SVGW.<sup>(9)</sup>

**Tabelle A3-11: Wasserverbrauch und Wassergewinnung**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Wasserabgabe pro EinwohnerIn und Tag	0.25 m <sup>3</sup>	0.25 m <sup>3</sup>	0.25 m <sup>3</sup>	0.25 m <sup>3</sup>
Wassergewinnung:				
– Quellwasser	14%	14%	60%	60%
– Grundwasser	37%	37%	38%	38%
– Seewasser	49%	49%	3%	3%

Je nach Ortstyp setzt sich die Wassergewinnung unterschiedlich aus Quellwasser, Grundwasser und Seewasser zusammen. Bei den %-Anteilen handelt es sich um Durchschnittswerte gemäss der Statistik des SVGW.<sup>(10)</sup>

8 Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW (1999), Statistische Erhebungen der Wasserversorgung in der Schweiz 1997, S. 6/7.

9 Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW (1999), Statistische Erhebungen der Wasserversorgung in der Schweiz 1997, S. 6/7.

### 3.2.5 Plausibilisierung der Leitungslängen im Einzugsgebiet

Ähnlich wie für die innere Erschliessung wurde auch für die äussere Erschliessung eine Plausibilisierung der Leitungslängen vorgenommen. Der Durchschnittswert für die Schweiz beläuft gemäss Erhebung der SVGW auf 4.55 m / EinwohnerIn.<sup>(11)</sup>

Die Ergebnisse nach Ortstyp sind in der nachstehenden Tabelle zusammengefasst.

**Tabelle A3-12: Länge des Leitungsnetzes im Einzugsgebiet (Groberschliessung, Transport- und Zubringerleitungen) nach Ortstypen (Modellergbnisse)**

	Stadt 100'000 Einw.	Agglo 100'000 Einw.	RegZent 5'000 Einw.	RandGem 1'000 Einw.
Gesamtlänge	171 km	260 km	19 km	12 km
Länge pro EinwohnerIn in m	1.7 m	2.6 m	3.7 m	11.5 m

Verglichen mit einigen Fallbeispielen erachten wir die Längenverhältnisse in der Grössenordnung als plausibel. So hat z.B. die Gemeinde Altdorf mit rund 8'700 EinwohnerInnen ein Wasserleitungsnetz mit einer Gesamtlänge von 38.1 km (inkl. Erschliessung der Industriefläche). Mit unserem Modell würde die Gesamtlänge (ohne Industrieanteil) auf 32.5 km geschätzt.

## 4 Strasseninfrastruktur

### 4.1 Innere Erschliessung

#### 4.1.1 Vorplätze und Fusswege

Die beiden Infrastrukturteile werden zusammengefasst, da die Kostensätze beim Wertgerüst vergleichbar sind. In Tabelle A4-1 sind die aus den Erschliessungsplänen ableitbaren Grössen zusammengefasst.

10 Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW (1999), Statistische Erhebungen der Wasserversorgung in der Schweiz 1997, S. 11.

11 Berechnet aus Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW (1999), Statistische Erhebungen der Wasserversorgung in der Schweiz 1997, S. 6.

**Tabelle A4-1: Fläche der Vorplätze und Fussgängererschliessung, in m<sup>2</sup>**

Typ	Wert	Kommentar
S1	80	Vorplatz
S2	350	Vorplätze, inkl. Garagenfläche
S3	835	Fläche der Fussgängererschliessung
S4	800	Fläche der Fussgängererschliessung
S5	250	Fläche der Fussgängererschliessung

### 4.1.2 Abstellplätze

Die Anzahl Stellplätze ist für die fünf Siedlungstypen aus der Dimensionierung der Gebäude und der Anzahl Wohneinheiten abgeleitet worden. Es wird von einem Standard-Abstellplatz mit einer Fläche von 12.5m<sup>2</sup> (5mx2.5m) ausgegangen.

Bei einzelnen Siedlungstypen sind verschiedene Formen von Stellplätzen denkbar (Unterstand, Garage, Einstellhalle). Im Wertgerüst wird bei den Kostensätzen entsprechend zu unterscheiden sein.

**Tabelle A4-2: Anzahl Stellplätze**

Typ	Wert	Kommentar
S1	1	Unterstand, Garage
S2	18	Unterstand oder Garagen, mehr als 1 Abstellplatz / Wohneinheit
S3	30	Einstellhallenplätze, mehr als 1 Abstellplatz / Wohneinheit
S4	45	Einstellhalle unter einem Gebäude, ca. 15 Plätze / Zeile und 3 Zeilen, Anzahl
S5	135	Anzahl ergibt sich aus der Dimension des Gebäudes, weniger als 1 Abstellplatz /

### 4.1.3 Quartiererschliessung

Es handelt sich um eine rund 5m breite, einfache Strasse zur inneren Erschliessung der Siedlung.

**Tabelle A4-3: Fläche der Quartierserschliessung, in m<sup>2</sup>**

Typ	Wert	Kommentar
S1	140	Stichstrasse von der Groberschliessung zum Gebäude
S2	890	Erschliessungsstrasse innerhalb des Quartiers
S3	110	Strasse von der Groberschliessung in die Einstellhalle
S4	130	Strasse von der Groberschliessung in die Einstellhalle
S5	890	Strasse entlang des Gebäudes sowie in die Einstellhalle

#### 4.1.4 Beleuchtung

Nur grössere Beleuchtungskörper werden in die Betrachtung einbezogen. Die Beleuchtung der Hauseingänge ist den einzelnen Gebäuden anzurechnen.

**Tabelle A4-4: Anzahl Beleuchtungskörper**

Typ	Wert	Kommentar
S1	0	privater Weg zum Haus
S2	5	Kandelaber entlang der Quartierserschliessungsstrasse
S3	0	
S4	0	
S5	11	Kandelaber entlang der Erschliessungsstrasse

## 4.2 Äussere Erschliessung

Bei der äusseren Erschliessung steht die Groberschliessungsstrasse im Vordergrund. Es handelt es sich um eine „durchschnittliche“ Gemeindestrasse entsprechend der Definition in der schweizerischen Strassenrechnung bzw. der schweizerischen Verkehrsstatistik. Es wird von einer 6.5m breiten Strasse ausgegangen.

Wie in Abschnitt 1.2 erläutert, wird den Siedlungstypen ein gewisser Teil der Groberschliessung angelastet. Im Normalfall sind es die dort erwähnten **130m**.

Ausgangsgrössen für die ebenfalls in Abschnitt 1.2 beschriebenen Plausibilitätsrechnungen waren folgende Annahmen bezüglich der Netzlänge pro EinwohnerIn:

- Stadt: 2 m / Einw.
- Agglo: 3 m / Einw.
- Regionales Zentrum: 5 m / Einw.
- Randgemeinde: 15 - 20 m / Einw.

Diese Annahmen haben wir aus folgenden Grundlagen abgeleitet:

- Der schweizerische Städteverband erstellt für rund 150 Gemeinden der Schweiz vereinfachte Strassenrechnungen. Aus dieser Statistik lassen sich die Netzlängen für die verschiedenen Ortstypen ableiten. Für die Städte und Agglomerationsgemeinden ist die Abschätzung zuverlässig, für die regionalen Zentren weniger, da sich nur sehr beschränkt Angaben für Gemeinden mit einer Einwohnerzahl von max. 5'000 ableiten lassen.<sup>(12)</sup>
- In Infrac (1994) finden sich folgende Angaben (in Metern / EinwohnerIn):<sup>(13)</sup>
  - Zentren: 2.7
  - Agglomeration: 6
  - Tourismus-Gemeinden: 21.5
  - Gewerbe / Tourismus: 14.7
  - Landw. / Mittelland: 14.9
  - Landw. / Voralpen: 19

## 5 Personenverkehr

Unter dem Stichwort „Personenverkehr“ soll die Problematik der externen Kosten und der ungedeckten Wegekosten diskutiert werden. Damit werden Grundlagen für die Ausführungen in Kapitel 5 des Berichtsteils gelegt.

Zentraler Inhalt des Mengengerüst ist das **Verkehrsverhalten**. Ziel ist es, anhand verfügbarer Unterlagen grobe Aussagen über Unterschiede nach Siedlungs- und Ortstypen machen zu können. Diese Unterschiede beziehen sich auf folgende Bausteine des Mengengerüsts (vgl. dazu auch die Grafik 5-5 des Berichtsteils).

- Verkehrserzeugung: Anzahl Wege und Fahrten
- Verkehrsmittelwahl: Modal Split
- Längen der zurückgelegten Wege und Fahrten

In den folgenden Abschnitten wird für diese drei Bausteine dargestellt, von welchen Größen bei der groben Abschätzung der Folgekosten ausgegangen wird. Die Ausführungen beruhen auf verfügbaren Unterlagen zum Verkehrsverhalten in der Schweiz:

- Auswertungen des Mikrozensus 1994 (MZ94)<sup>(14)</sup>
- Auswertungen des Mikrozensus 1989 (MZ89)<sup>(15)</sup>

---

12 Vgl. Schweizerischer Städteverband (1998), Auswertung Strassenrechnung für das Jahr 1995.

13 Vgl. Infrac (1994), Dezentrale Konzentration - auch eine Sparmassnahme?, S. 32.

14 BFS und Dienst GVF (1996), Verkehrsverhalten in der Schweiz und BFS und Dienst GVF (1996), Wege der Schweizer, Finanzverwaltung, Statistikdienste der Finanzdirektion der Stadt Bern (1998), Mikrozensus 1994 Verkehr.

15 Dienst GVF (1992), Verkehrsverhalten in der Schweiz 1989 und vor allem Stadtplanungsamt der Stadt Bern (1990), Verkehrsverhalten in Stadt und Region Bern - Mikrozensus 1989.

In einer Spezialauswertung des MZ 1994 der Statistikdienste der Finanzverwaltung der Stadt Bern werden die Unterschiede im Verkehrsverhalten zwischen den EinwohnerInnen der Stadt Bern und der Regionsgemeinden detailliert aufgezeigt. Die Berechnungen für die Ortstypen „Stadt“ und „Agglomeration“ beruhen insbesondere auf dieser Spezialauswertung.

Weitere denkbare Auswertungen der beiden Mikrozensus sowie der laufenden Untersuchung zum Verkehrsverhalten (MZ2000) konnten im Rahmen der vorliegenden Studie nicht vorgenommen werden, da bei dieser Folgekostenproblematik nur eine grobe Abschätzung der siedlungsstrukturbedingten Kostenunterschiede durchgeführt werden soll (vgl. dazu Abschnitt 2.3.3).

## 5.1 Verkehrserzeugung: Anzahl Wege und Fahrten

Aus den verfügbaren Unterlagen wird ersichtlich, dass mobile Personen durchschnittlich etwas über 3.5 Wege pro Tag zurücklegen. Unterschiede bestehen in verschiedener Hinsicht:

- Tag: An Werktagen ist der Wert höher, an Samstagen und Sonntagen ist er tiefer
- Geschlecht: Männer legen mehr Wege zurück als Frauen.
- Autobesitz: AutobesitzerInnen haben einen höheren Wert als Personen ohne Auto.

Die Werte für die Stadt und Region Bern liegen in den gleichen Grössenordnungen wie die gesamtschweizerischen Werte wie Tabelle A5-1 zeigt.

**Tabelle A5-1: Anzahl zurückgelegter Wege pro mobile<sup>(16)</sup> Person, MZ94**

	Werktag	Samstag	Sonntag	Alle Tage
Stadt	3.9	3.4	2.6	3.6
Agglomeration	3.9	3.5	2.8	3.7
Schweiz	3.9	3.5	2.7	3.7

## 5.2 Längen der Wege und Fahrten

Die Längen der Wege und Fahrten sind ebenfalls nur auf der Stufe Ortstyp, nicht aber auf der Stufe Siedlungstyp verfügbar. Hier ergeben sich zwischen der Stadt und Region Bern und dem schweizerischen Durchschnitt die in Tabelle A5-2 wiedergegebenen Unterschiede.

<sup>16</sup> Nicht sämtliche im MZ94 befragten Personen waren auch mobil. Die mobilen Personen machen je nach Wochentag 80-90% aller Personen aus.

**Tabelle A5-2: Distanz pro zurückgelegten Wege in km, MZ94**

	Werktag	Samstag	Sonntag	Alle Tage
Stadt	8.5	16.1	21.0	10.8
Agglomeration	10.1	15.2	18.3	11.7
Schweiz	10.1	11.5	15.8	10.2

Auffallend sind insbesondere die langen Distanzen in der Stadt und Agglomeration am Sonntag. Darin widerspiegeln sich die ausgedehnten Ausflüge der BewohnerInnen von Agglomerationen am Wochenende. Auf der anderen Seite sind die Wege an einem durchschnittlichen Werktag kürzer. Hier zeigt sich die räumliche Nähe von Wohnen und Arbeiten in der Stadt.

### 5.3 Verkehrsmittelwahl

Die Wege werden mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln zurückgelegt. Die Wahl hängt von einer Vielzahl von Einflussfaktoren ab:

- Verfügbarkeit der verschiedenen Verkehrsmittel (z.B. Autobesitz, ÖV-Erschliessung etc.)
  - Service Qualität (z.B. Frequenzen im ÖV, Rollmaterial, Parkplatzverfügbarkeit bei MIV-Fahrten etc.)
  - Fahrtzweck (z.B. Pendeln, Einkaufen, Freizeit)
  - Saison
  - Erwerbssituation
  - Alter
  - Stadt/Land
- etc.

In den MZ-Auswertungen finden sich quantitative Angaben über den Einfluss dieser verschiedenen Grössen auf die Verkehrsmittelwahl.

Ausgangspunkt für unsere Berechnungen sind ist die durchschnittliche tägliche Tagesdistanz pro Person, welche sich aus den Tabellen A5-1, A5-2 und der durchschnittlichen Verkehrsmittelwahl herleiten lässt. Die Zahlen sind in Tabelle A5-3 dargestellt. Verfügbar sind einerseits die Angaben für Stadt und Region Bern aus der weiter oben zitierten Spezialauswertung des MZ94, andererseits Durchschnittswerte für ausgewählte Orts- bzw. Raumtypen sowie der Wert für die Schweiz als Ganzes.

**Tabelle A5-3: Mittlere Tagesdistanz pro Person<sup>(17)</sup> nach Verkehrsmittel in km, MZ94**

	MIV	Bahn	Bus/Tram	LV	alle VM
Stadt Bern	18.2	8.9	3.1	2.4	32.6
Region Bern	24.5	7.9	2.0	2.2	36.7
Grosse Städte	18.0	5.2	2.2	2.6	28.0
kleine/mittlere Städte	23.9	5.1	1.4	2.7	33.1
Land	25.6	3.2	1.1	2.6	32.5
Schweiz	22.9	4.5	1.5	2.6	31.5

Bei den Verkehrsmitteln haben wir folgende Aggregation vorgenommen:

- Motorisierter Individualverkehr (MIV) = Auto und Motorrad
- Bahn = Eisenbahn
- Bus/Tram = Ortsbusse, Tram und Postauto
- Langsamverkehr (LV) = zu Fuss, Velo und Mofa

Für die Berechnung der ausgelösten Fahrten mit den verschiedenen Verkehrsmitteln müssen Annahmen bezüglich der Besetzungsgrade getroffen werden, die in Tabelle A5-3 wiedergegebenen Werte in Personenkilometer werden dadurch in Fahrzeugkilometer umgerechnet. Bei dieser Umrechnung werden die in Tabelle A5-4 aufgeführten Auslastungsgrade unterstellt.

**Tabelle A5-4: Auslastungsgrad nach Verkehrsmitteln (Personen / Fahrzeug bzw. Zug<sup>(18)</sup>)**

	MIV	Bahn	Tram/Trolley	Bus
Stadt	1.5	80	38	18
Agglomeration	1.6	60	-	13
Regionalzentrum	1.6	50	-	11
Randgemeinde	1.7	35	-	10

Bei den Auslastungsgraden bestehen sehr grosse Schwankungen. So hat die Auswertung der verfügbaren Daten gezeigt, dass z.B. die Auslastung von Ortsbussen in mittelgrossen Gemeinden von über 10 Personen bis auf noch gerade eine Person schwanken kann. Auch bei der Bahn ergeben sich sehr grosse Unterschiede. Die Spannweite reicht von über 100 Personen / Zug bis auf weniger als 20. Der Wert ist im ländlichen Raum tiefer als in Städten und Agglomerationen.

17 Alle Personen über 6 Jahre, nicht nur die mobilen Personen wie in den Tabellen A5-1 und A5-2.

18 Quellen: BFS (div. Jahrgänge), Der öffentliche Verkehr, ECOPLAN (1992), Externe Kosten im Agglomerationsverkehr, Maibach M. et al. (1992), Internalisieren der externen Kosten des Verkehrs.

Die Werte in Tabelle A5-3 zeigen die Unterschiede zwischen den Ortstypen. Sehr viel schwieriger ist es, quantitative Angaben über Unterschiede zwischen den fünf in dieser Untersuchung unterschiedenen Siedlungstypen zu finden. Dass es diese Unterschiede in der Realität gibt, liegt auf der Hand, denn verschiedene der oben erwähnten Einflussfaktoren unterscheiden sich ihrerseits nach Siedlungstyp:

- So ist etwa die demografische Zusammensetzung in den fünf Siedlungstypen unterschiedlich. In den Siedlungstypen 2 und 3 leben mehr Familien als in den Siedlungstypen 4 und 5. In letzteren finden sich mehr alleinstehende Personen, welche ein anderes Verkehrsmittelwahlverhalten aufweisen als Familien. Auch bezüglich der Einkommenssituation ist von Unterschieden zwischen den definierten Siedlungstypen auszugehen.
- Unterschiedlich sind aber auch die Voraussetzungen, die verschiedenen Siedlungstypen durch den öffentlichen Verkehr zu erschliessen. Verdichtete Siedlungsgebiete eignen sich dazu sehr viel besser als Siedlungsgebiete mit einer geringen Bevölkerungsdichte. Verdichtete Siedlungsgebiete ermöglichen eine Bündelung der Nachfrage, welche für die Bereitstellung eines finanzierbaren ÖV-Angebotes entscheidend ist. In verdichteten Gebieten lässt sich auch die Kursfolgezeit tief halten, was seinerseits eine Erhöhung der Attraktivität der ÖV-Benützung zur Folge hat.

Neben dem Siedlungstyp hat auch der dritte von uns gewählte Parameter zur Beschreibung der Siedlungsstruktur, die kleinräumige Lage, Auswirkungen auf die Verkehrsmittelwahl. In verschiedenen Untersuchungen wurde aufgezeigt, dass die Distanz vom Wohnort zur nächsten Haltestelle des öffentlichen Verkehrs erheblichen Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl hat. In einem EU Forschungsprojekt wurde etwa eine Nachfrageelastizität bezogen auf die Distanz zur nächsten ÖV-Haltestelle in der Grössenordnung von -0.5 gefunden.<sup>(19)</sup> In der Literatur wird für attraktive Anmarschwege zu Haltestellen des öffentlichen Verkehrs von Distanzen < 300m bei Busangeboten bzw. < 600m bei Bahnangeboten ausgegangen.<sup>(20)</sup> Dieser Wert wird durch empirische Beobachtungen bestätigt: Die mittleren Distanzen der Anmarschwege von ÖV-BenützerInnen belaufen sich gemäss MZ94 auf 300 - 400m.

Da es den Rahmen der in dieser Studie möglichen Grobabschätzung bei weitem sprengen würde, für die verschiedenen Einflussfaktoren quantitative Werte herleiten zu wollen, werden wir bei den Berechnungen der externen Folgekosten des Verkehrs auf die Werte nach Ortstypen abstellen und plausible siedlungstypbedingte Abweichungen annehmen. Eine empirische Abstützung dieser Annahmen wird nicht möglich sein.

---

19 Vgl. OECD (1995), Urban travel and sustainable development, European Commission (ed.) (1996), Effectiveness of measures influencing the levels of public transport use in urban areas. Eine Elastizität von -0.5 bedeutet, dass eine Erhöhung der Distanz zur nächsten Haltestelle um 50% zu einer Abnahme der ÖV-Benützung um 25% führt.

20 Vgl. z.B. Nooria AG et al. (1993), Bewertung der regionalen Erschliessung durch öffentlichen Verkehr: methodische Operationalisierung anhand der Fallstudie Schwyz, S. 8.

Bei der Herleitung der Werte nach Ortstypen ist eine weitere Annahme zu treffen: Nicht sämtliche Fahrten die ihre Quelle in einer städtischen Siedlung haben enden auch in der Stadt. Entsprechend können die in Tabelle A5-3 beschriebenen Werte nicht einfach mit dem Wertgerüst, d.h. mit den Kostensätzen für die externen Kosten und die ungedeckten Wegekosten multipliziert werden. Vielmehr gilt es zu berücksichtigen, dass sich die zurückgelegten Fahrdistanzen auf die unterschiedlichen Teilräume verteilen. Bei unseren groben Abschätzungen gehen wir von den Anteilen in Tabelle A5-5 aus. Der Ortstyp Randgemeinde wird hier mit ländlichem Raum gleichgesetzt. Für ihn werden im Wertgerüst auch externe Kostensätze verwendet, welche sich auf den ländlichen Raum beziehen.

**Tabelle A5-5: Verteilung der Tagesdistanzen auf die verschiedenen Ortstypen bzw. Teilräume<sup>(21)</sup>**

Ortstyp	MIV	Bahn	Bus/Tram
<b>Stadt:</b> Stadt	40%	15%	75%
Agglo	20%	20%	15%
RegZent	5%	10%	5%
RandGem	35%	55%	5%
<b>Agglo:</b> Stadt	30%	15%	55%
Agglo	25%	25%	30%
RegZent	5%	10%	5%
RandGem	40%	50%	10%
<b>RegZent:</b> Stadt	20%	10%	10%
Agglo	15%	15%	10%
RegZent	35%	10%	40%
RandGem	30%	65%	40%
<b>RandGem:</b> Stadt	10%	10%	10%
Agglo	10%	15%	10%
RegZent	20%	10%	15%
RandGem	60%	65%	65%

Lesebeispiel: 40% der durchschnittlichen Distanz von MIV-Fahrten mit Ursprung in einem städtischen Quartier werden in städtischem Gebiet zurückgelegt, 20% in Agglomerationen, 5% in Regionalzentren und 35% im ländlichen Raum.

21 Die Prozentsätze beruhen auf eigenen Schätzungen. Eine empirische Abstützung konnte im Rahmen dieser groben Quantifizierung der Folgekosten des Personenverkehrs nicht vorgenommen werden. Für eine fundiertere Berechnung dieser Kosten wäre sie zwingend notwendig.

## 6 Stromversorgung<sup>(22)</sup>

### 6.1 Innere Erschliessung

Für die Stromversorgung innerhalb eines Quartiers bieten sich im wesentlichen zwei unterschiedliche Erschliessungskonzepte an (vgl. Grafik auf der nächsten Seite):

- Beim einem System mit Muffen werden die Hausanschlüsse über sogenannte Muffen an die Quartiererschliessung angeschlossen. Die Leitung für die Quartiererschliessung wird von der Trafostation gespiesen. Dieses System ist gekennzeichnet durch vergleichsweise kurze Kabellängen und daher geringe Investitionskosten. Ein Ersatz der Kabel lässt sich aber nur bewerkstelligen, wenn die Muffenstellen geöffnet werden, was teure Grabarbeiten bedingt.
- Bei einem muffenlosen System wird im Prinzip auf eine Quartiererschliessungs-Leitung verzichtet. Für jeden Hausanschluss wird eine separate Leitung gezogen, entweder ab einer sogenannten Kabine (kleinste Verteileinheit) oder direkt ab der Trafostation. Dieses System bietet verschiedene Vorteile:
  - höhere Versorgungssicherheit: die Störung eines Hausanschluss wirkt sich nicht auf die anderen Liegenschaften aus
  - geringe Ersatzkosten: durch den Verzicht auf jegliche Muffen, können im Ersatzfall einfach die Kabel ausgewechselt werden, ohne das teure Grabarbeiten erforderlich werden.

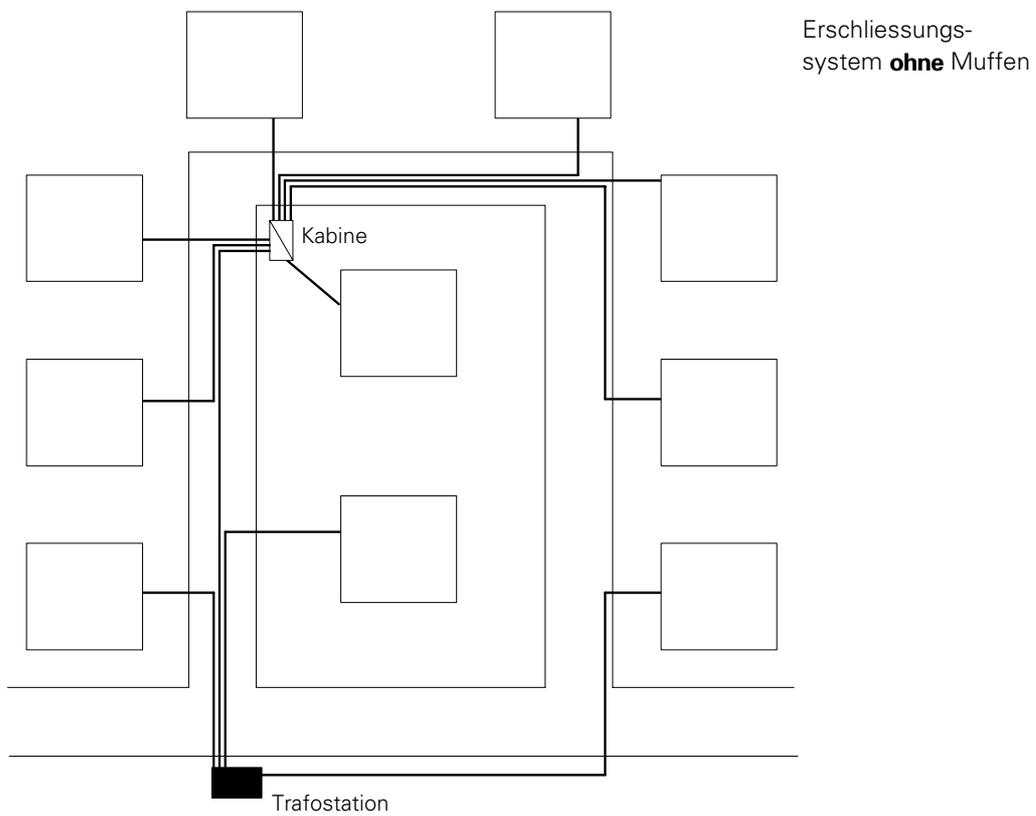
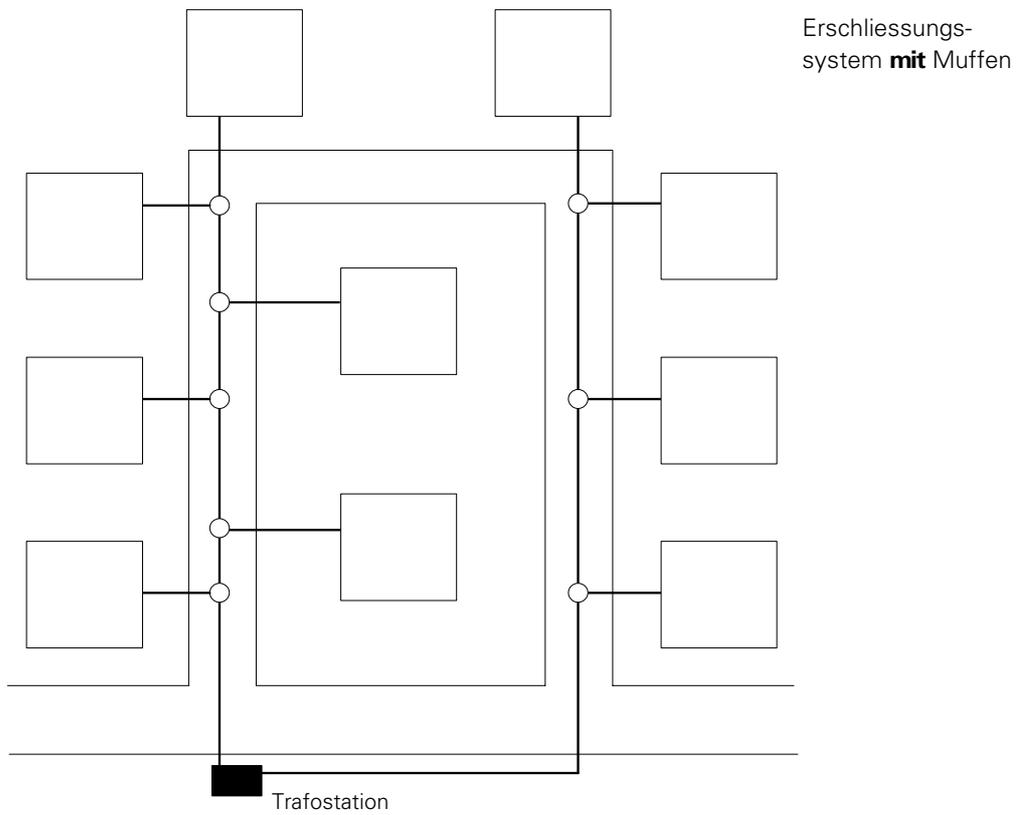
Diese Vorteile wiegen bei langfristiger Betrachtung den Nachteil der grösseren Kabellängen auf.

Verschiedene Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) haben die innere Erschliessung bereits nach dem Konzept des muffenlosen Systems aufgebaut. Bei anderen EVU ist der Wechsel auf ein muffenloses System geplant oder steht vor der Entscheidung. Für die vorliegende Untersuchung wird davon ausgegangen, dass die innere Erschliessung über ein muffenloses System erfolgt.

---

22 Die nachfolgenden Ausführungen zum Mengengerüst basieren auf Direktauskünften verschiedener Energieversorgungsunternehmen (EVU). Sämtliche Unternehmen haben ihre Auskünfte mit der strikten Auflage verknüpft, dass ihre Angaben im Bericht ausschliesslich in anonymisierter Form dargestellt werden. Wir verzichten daher im folgenden auf direkte Quellenverweise, ausser wenn es sich um allgemein zugängliche Informationen handelt.

Für diese Studie wurden Angaben von insgesamt 10 verschiedenen EVU ausgewertet. Für verschiedene Spezialfragen wurden mehrstündige Intensivinterviews mit zwei EVU durchgeführt.

**Grafik A6-1: Stromerschliessungssysteme auf der lokalen Ebene mit/ohne Muffen**

### 6.1.1 Hausanschluss (Kasten) und Zähler

Die elektrische Erschliessung eines Gebäudes erfolgt nebst der Zuleitung über einen sogenannten Kasten. Es handelt sich dabei meist um einen Aussenkasten, der also ausserhalb des Gebäudes angebracht ist. Normalerweise richtet sich die Anzahl Kasten nach der Zahl der anzuschliessenden Gebäude.

**Tabelle A6-2: Anzahl Hausanschlüsse mit Armaturen**

	S1	S2	S3	S4	S5
Hausanschluss (Kasten)	1	11	21	4	4

Beim Siedlungstyp 5 wird davon ausgegangen, dass die Erschliessung über insgesamt 4 Kasten erfolgen, die sich innerhalb des Gebäudes befinden.

Verbunden mit dem Hausanschluss ist auch die Installation von Zählern. Üblicherweise wird pro Wohnung ein Zähler installiert.

**Tabelle A6-3: Anzahl Zähler**

	S1	S2	S3	S4	S5
Zähler	1	11	21	45	252.5

### 6.1.2 Kabinen

Die Kabinen dienen einerseits als „kleinste“ Verteilzentralen innerhalb eines Quartiers und andererseits als „Kopplungsstelle“ zum Zusammenschluss von Ringleitungen.

**Tabelle A6-4: Anzahl Kabinen**

	S1	S2	S3	S4	S5
Kabinen	0	1	1	0	1

Beim Siedlungstyp 1 erfolgt die Erschliessung direkt ab der Trafostation. Beim Siedlungstyp 4 wird die Trafostation so im Quartier positioniert, dass auf eine weitere Kabine verzichtet werden kann. Bei Siedlungstyp 5 ist davon auszugehen, dass ein zentraler Technikraum (mit entsprechend grösseren Kosten) eingerichtet wird.

### 6.1.3 Lokales Verteilnetz (Kabelleitung, Graben)

Wie einleitend erwähnt gehen wir davon aus, dass die Quartiererschliessung über ein muffenloses System erfolgt. Dies erfordert relativ grosse Kabellängen.

**Tabelle A6-5: Kabelleitungen in Laufmeter<sup>(23)</sup> (Niederspannung, 0.4kV<sup>(24)</sup>)**

	S1	S2	S3	S4	S5
Kabelleitungen in m'	50	530	230	260	160

**Tabelle A6-6: Grabarbeiten für lokales Verteilnetz in Laufmeter**

	S1	S2	S3	S4	S5
Grabarbeiten in m'	50	265	230	180	60

Die Längenangaben für die Grabarbeiten fallen geringer aus als die Kabellängen. Dies hängt damit zusammen, dass die Kabelleitungen soweit wie möglich gebündelt werden, so dass nicht für jede Leitung ein zusätzlicher Graben erforderlich ist.

### 6.1.4 Trafostationen

Der Anschluss des lokalen Verteilnetzes ans regionale Verteilnetz bedingt aufgrund der unterschiedlichen Spannungsebenen (lokal meist 0.4kV, regional meist 16kV) eine Transformation. Diese wird in sogenannten Trafostationen vorgenommen. Die Zahl der erforderlichen Trafostationen zur Erschliessung eines Gebietes hängt ab

- von den Distanzverhältnissen
- vom Strombedarf im versorgten Gebiet (Spitzenlast)

Die Erfahrungswerte im Wohnbereich zeigen, dass mit einer Trafostation ein Gebiet im Umkreis von 200 bis 300 m mit der Niederspannung erschlossen werden kann. Für unsere Siedlungstypen wurde die Zahl der erforderlichen Trafostationen mit Hilfe dieses Erfahrungswertes sowie unter Berücksichtigung der Wohneinheiten im betrachteten Perimeter festgelegt.

**Tabelle A6-7: Anzahl Trafostationen**

	S1	S2	S3	S4	S5
Trafostation	1	0.25	0.25	0.5	1

23 Die Längenangaben für die Stromleitungen in den Plänen basieren auf einem System mit Muffen und fallen daher wesentlich geringer aus, als für unsere Berechnungen zugrunde gelegt wird.

24 Von Niederspannung spricht man bis zu einer Spannung von <1kV. Viele Niederspannungsnetze in der Schweiz basieren auf 0.4kV.

Die Annahme für den Siedlungstyp 2 und 3 geht von einem Idealfall aus, bei welchem die Trafostation im Zentrum eines Rechteckes von 130 x 200 m liegt, in welchem maximal 4 Perimeter der Grosse S2 oder S3 Platz haben.

### 6.1.5 Plausibilisierung der Leitungslängen für die innere Erschliessung

Ähnlich wie bei der Wasserversorgung haben wir auch für die Stromversorgung eine Plausibilisierung der Leitungslängen auf der Stufe lokales Verteilnetz vorgenommen.

**Tabelle A6-8: Länge des lokalen Verteilnetzes (Hausanschluss und Quartiererschliessung) pro Kopf und nach Ortstypen (Modellergebnisse)**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Lokales Verteilnetz in m' pro EinwohnerIn	3.2 m	4.9 m	7.4 m	11.2 m

Die von uns ausgewerteten EVU weisen für das lokale Verteilnetz (Niederspannung) in ihrem Netzgebiet pro Kopf Längen zwischen 3.4 m bis 35.1 m auf. Die mit unserem Modell prognostizierten Längen liegen in einer vergleichbaren Grössenordnung, wobei die Prognosequalität nach Ortstyp unterschiedlich ausfällt:

- ❑ Das Leitungsnetz in Städten und Agglomerationen wird mit unserem Modell relativ gut abgebildet.
- ❑ Für regionale Zentren liegen unsere Werte tendenziell zu tief.
- ❑ Für Randgemeinden wird die Länge des lokalen Verteilnetzes in unserem Modell deutlich unterschätzt. Offenbar ist in der Praxis die Netzlänge für die Erschliessung von kleinen Gemeinden und einem grossen Streusiedlungsanteil teilweise wesentlich grösser.

## 6.2 Äussere Erschliessung

### 6.2.1 Groberschliessung

Das regionale Verteilnetz auf der Mittelspannungsebene dient zur Groberschliessung. Zur Verbesserung der Versorgungssicherheit wird das regionale Verteilnetz im Bereich der Bauzone oft als Ringleitungssystem angelegt, so dass bei potentiellen Netzunterbrüchen möglichst wenige KonsumentInnen ohne Strom sind.

**Tabelle A6-9: Länge des lokalen Verteilnetzes in Laufmeter<sup>(25)</sup> (Mittelspannung, 16kV<sup>(26)</sup>)**

	S1	S2	S3	S4	S5
Regionales Verteilnetz in m'	130	130	130	130	130

### 6.2.2 Zubringerleitung vom Unterwerk

Je nach der geographischen Anordnung der Unterwerke<sup>(27)</sup> bedarf es einer kürzeren oder längeren Zuleitung bis zum eigentlichen Versorgungsgebiet. Die in der nachstehenden Tabelle angegebenen Werte sind - ähnlich wie bei Transport- und Zubringerleitung im Wasserbereich - als Berechnungsannahmen für unser Modell zu verstehen. Die tatsächlichen Werte können im Einzelfall stark variieren, wobei generell davon auszugehen ist, dass die Unterwerke zumindest in der Nähe eines tatsächlichen Versorgungsgebietes erstellt werden.

**Tabelle A6-10: Länge der Zubringerleitung vom Unterwerk ins Versorgungsgebiet**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Zubringerleitung in m'	250	250	500	500

### 6.2.3 Unterwerk

Die Unterwerke dienen zur Aufrechterhaltung der Spannung auf dem überregionalen Verteilnetz (Hochspannung: 150/110/50kV) und zum Anschluss der regionalen Verteilnetze an die überregionale Verteilung. Je nach Umfang des Leistungsbedarfs für die regionale bzw. lokale Verteilung muss in Agglomerationen oder Städten mit stark überbauten Gebieten ca. alle 4-5 km ein Unterwerk errichtet werden. In weniger überbauten ländlichen Gebiete beläuft sich die Distanz zwischen den Unterwerken aufgrund des geringeren Leistungsbedarfs pro Flächeneinheit auf 10 bis 15 km. In dünn besiedelten Gebieten sind auch wesentlich grössere Distanzen möglich. Aus Angaben von insgesamt 6 EVU wurde die Zahl der EinwohnerInnen pro Unterwerk abgeleitet.

25 Bezüglich den berücksichtigten Leitungslängen verweisen wir auf die Ausführungen in Abschnitt 1.2 und 3.2.1.

26 In der Schweiz erfolgt die regionale Verteilung vorwiegend mittels eines 16kV-Netztes, zum Teil wird auf der Mittelspannung aber auch mit 20, 10 oder 6kV verteilt.

27 Zur Erklärung der Funktion eines Unterwerkes vgl. die Ausführungen im nächsten Abschnitt.

**Tabelle A6-11: EinwohnerInnen pro Unterwerk**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
EinwohnerInnen pro Unterwerk	20'000	20'000	10'000	5'000

Die Angaben müssen als Grössenordnung verstanden werden. Die Werte könne für die einzelnen EVU je nach der Besiedlungsdichte stark variieren.

#### 6.2.4 Stromverbrauch

Der durchschnittliche Stromverbrauch bei den von uns ausgewerteten EVU liegt zwischen 5'200 bis 11'900 kWh pro EinwohnerIn und Jahr. Bezogen auf die gesamte Schweiz beläuft sich der durchschnittlich Stromverbrauch **pro Jahr und EinwohnerIn auf 6'962kWh** (Jahr 1998).<sup>(28)</sup> Für die vorliegende Studie gehen wir von diesem gesamtschweizerischen Durchschnittswert aus. Auf eine Differenzierung nach Ortstypen wird aufgrund der schmalen Datenbasis verzichtet.

#### 6.2.5 Plausibilisierung der Leitungslängen für die regionale Verteilung

Für das regionale Verteilnetz (Mittelspannung) wurde ebenfalls eine Plausibilisierung hinsichtlich der im Modell getroffenen Längenannahmen vorgenommen. Die pro Kopf Längen für das regionale Verteilnetz inkl. Industrieanteil liegen bei den von ausgewerteten EVU zwischen 2.4 m (für städtische Verhältnisse) bis 15.3 m (für ländliche Verhältnisse)

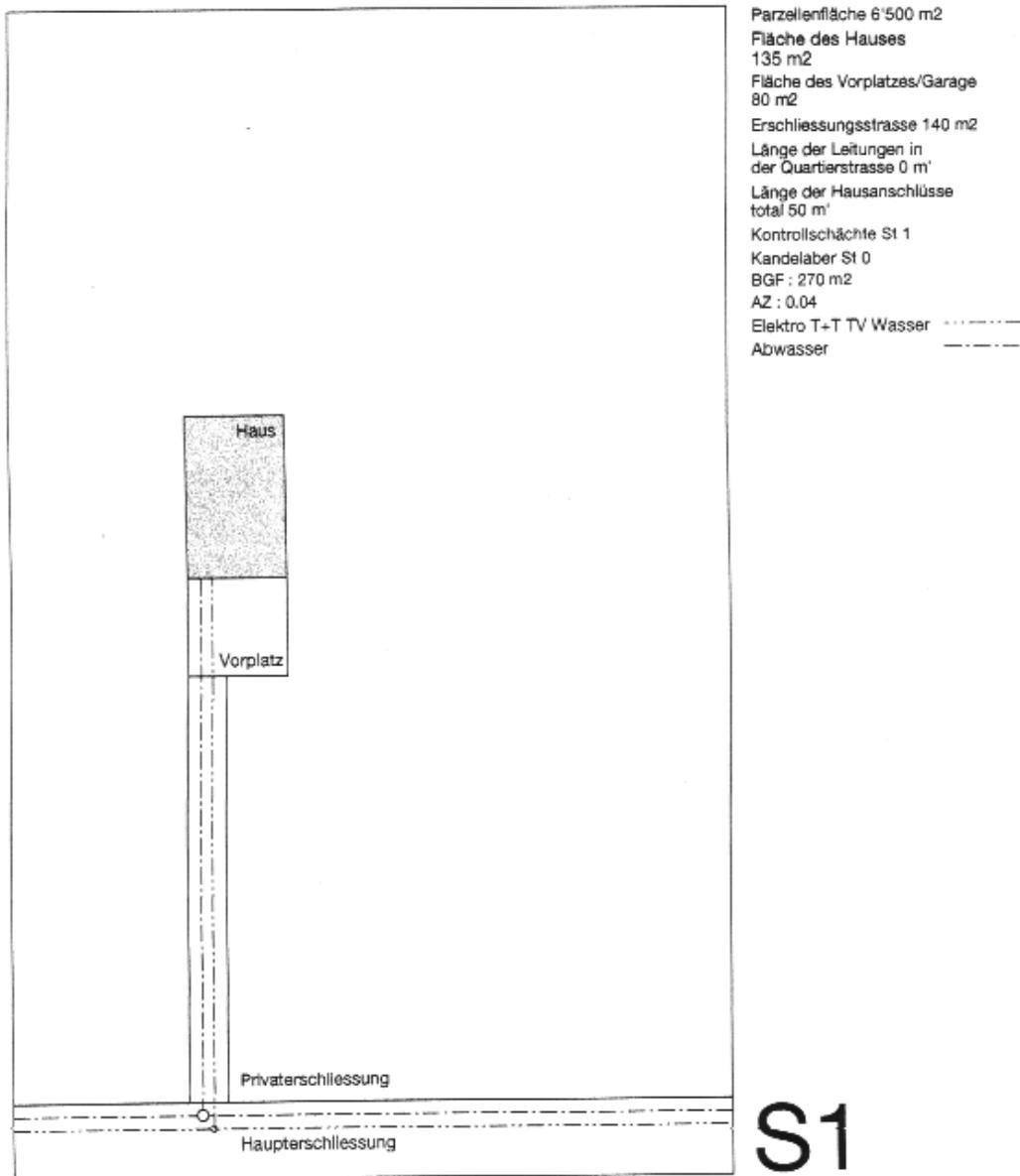
Der Vergleich mit den in der nachstehenden Tabelle dargestellten Modellergebnissen ohne Industrieanteil zeigt, dass das regionale Verteilnetz durch unser Modell im Bereich der Bandbreite abgebildet wird. Zu beachten ist dabei, dass in unserem Modell der Industrieanteil nicht enthalten ist.

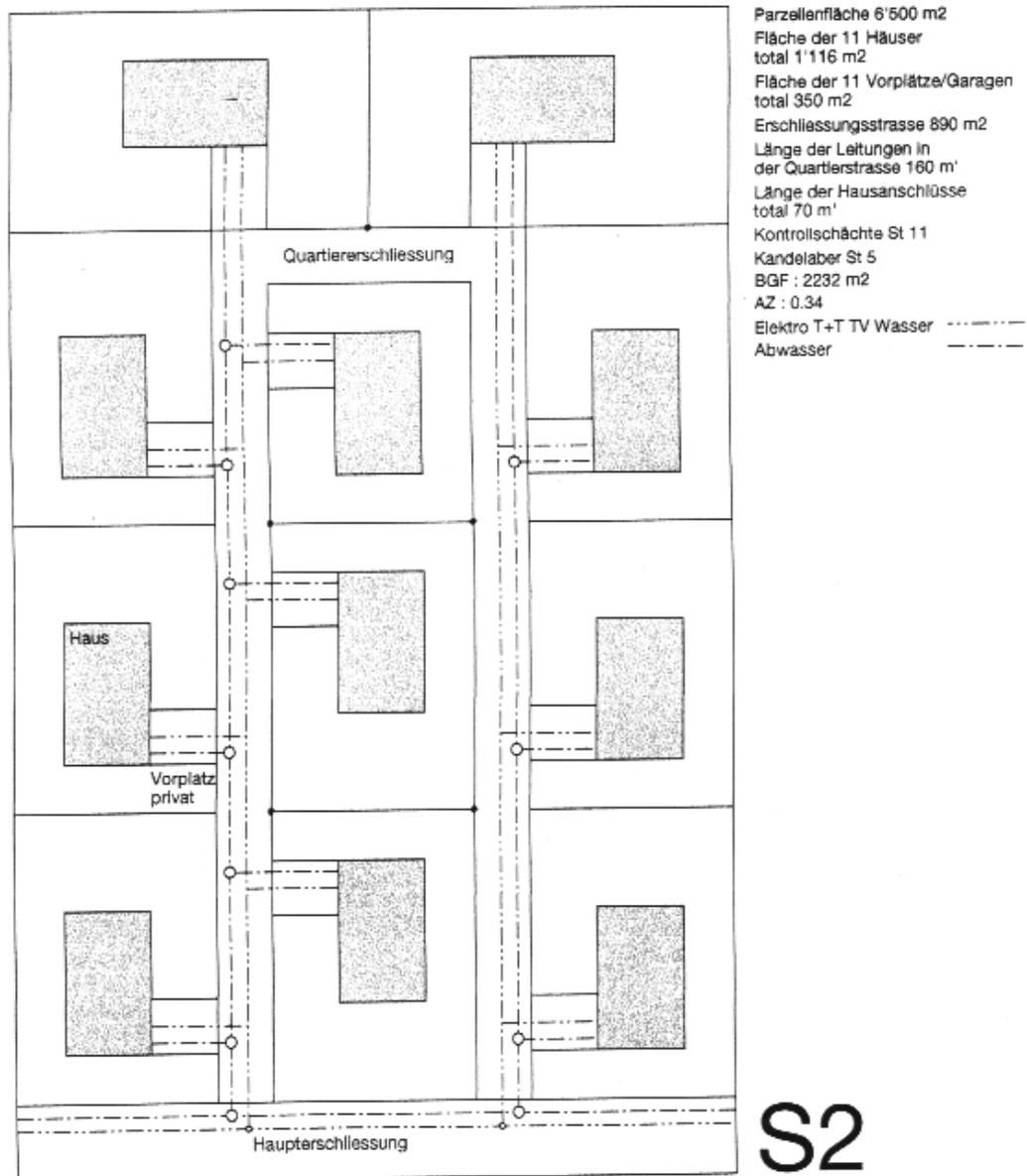
**Tabelle A6-12: Länge des regionalen Verteilnetzes (Mittelspannung) pro Kopf und nach Ortstypen (Modellergebnisse)**

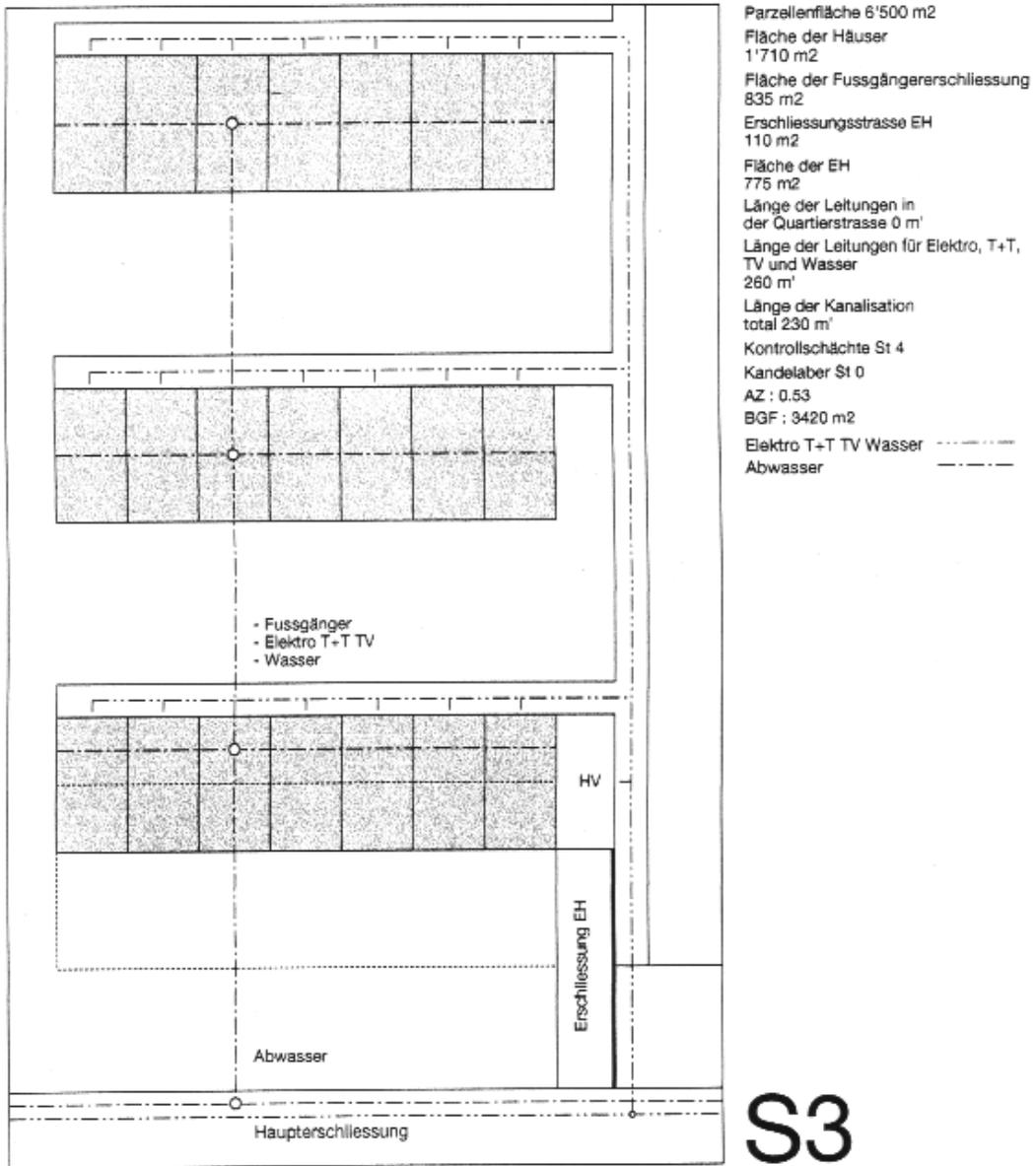
	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Regionales Verteilnetz in m' pro EinwohnerIn	1.6 m	2.5 m	3.2 m	10.5 m

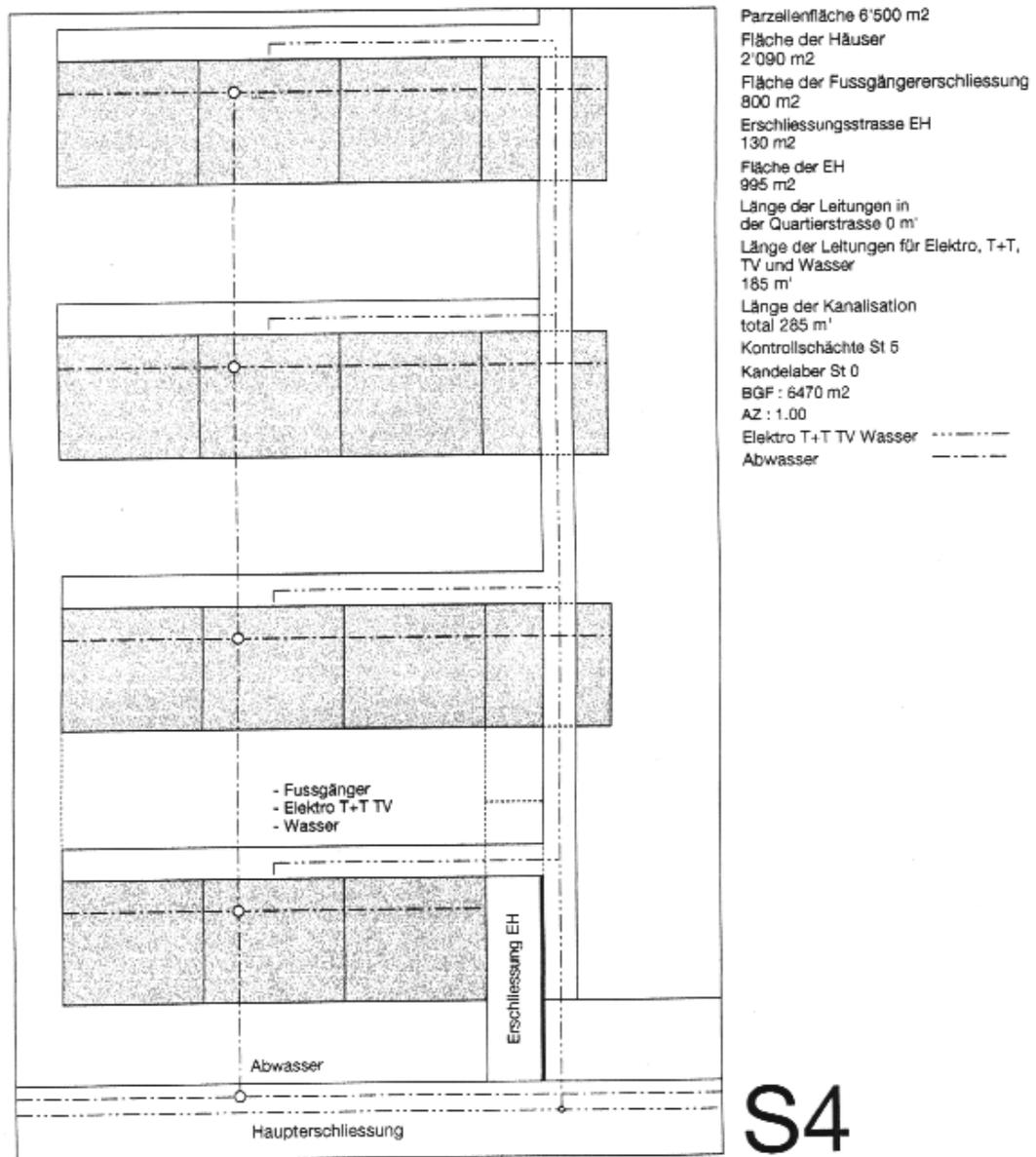
28 Quelle: Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE), <http://www.strom.ch/vse/zahlen/>

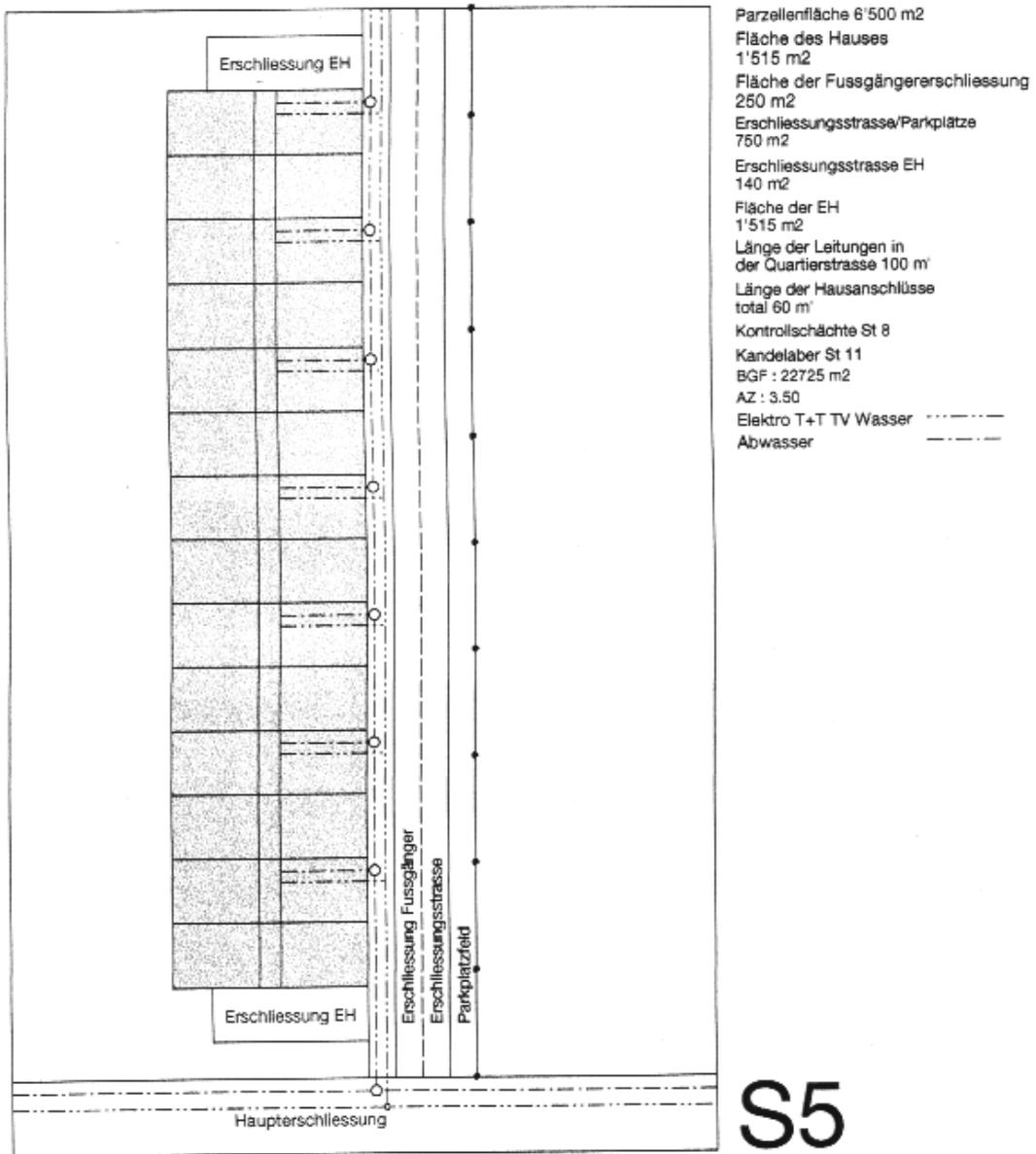
## **7 Erschliessungspläne der Siedlungstypen**











## **Anhang B: Wertgerüst**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeine Grundlagendaten .....</b>	<b>1</b>
1.1	Landpreise.....	1
1.2	Zinssatz .....	4
<b>2</b>	<b>Abwasser .....</b>	<b>4</b>
2.1	Innere Erschliessung .....	4
2.1.1	Investitionskosten.....	4
2.1.2	Nutzungsdauern.....	5
2.1.3	Betrieb und Unterhalt .....	5
2.2	Äussere Erschliessung .....	6
2.2.1	Investitionskosten.....	6
2.2.2	Nutzungsdauern.....	8
2.2.3	Betrieb und Unterhalt .....	9
<b>3</b>	<b>Wasser .....</b>	<b>10</b>
3.1	Innere Erschliessung .....	10
3.1.1	Investitionskosten.....	10
3.1.2	Nutzungsdauern.....	12
3.1.3	Betrieb und Unterhalt .....	12
3.2	Äussere Erschliessung .....	13
3.2.1	Investitionskosten.....	13
3.2.2	Nutzungsdauern.....	15
3.2.3	Betrieb und Unterhalt .....	15
<b>4</b>	<b>Strasseninfrastruktur .....</b>	<b>17</b>
4.1	Innere Erschliessung .....	17
4.1.1	Investitionskosten.....	17
4.1.2	Nutzungsdauern.....	19
4.1.3	Betrieb und Unterhalt .....	20
4.2	Äussere Erschliessung .....	21
4.2.1	Investitionskosten.....	21
4.2.2	Nutzungsdauer.....	23
4.2.3	Betrieb und Unterhalt .....	24

<b>5</b>	<b>Personenverkehr .....</b>	<b>26</b>
5.1	Externe Kosten des Personenverkehrs .....	26
5.2	Ungedeckte Wegekosten .....	27
<b>6</b>	<b>Stromversorgung .....</b>	<b>29</b>
6.1	Innere Erschliessung .....	29
6.1.1	Investitionskosten .....	29
6.1.2	Nutzungsdauern .....	31
6.1.3	Betrieb und Unterhalt.....	32
6.2	Äussere Erschliessung .....	33
6.2.1	Investitionskosten .....	33
6.2.2	Nutzungsdauern .....	34
6.2.3	Betrieb und Unterhalt.....	35

# 1 Allgemeine Grundlagendaten

## 1.1 Landpreise

Die Landpreise spielen in erster Linie bei der Strasseninfrastruktur eine Rolle. Bei Neuer-schliessungen wird ein Teil des verfügbaren Baulandes durch die Quartierserschliessung und, falls die vorhandene Infrastruktur nicht ausreicht, durch die Groberschliessung bean-sprucht. Das bestehende Gemeindestrassennetz beansprucht ebenfalls eine erhebliche Bodenfläche.<sup>(1)</sup> Diese Bodenbeanspruchung ist im Normkostenmodell zu berücksichtigen.

Ein erster Ansatzpunkt dafür bietet die schweizerische Strassenrechnung. In der Kapital-rechnung wird der Boden mit **Bodenpreisen zum Zeitpunkt des Landerwerbs** bewert-et. Die zunehmende Verknappung und Verteuerung wird damit nicht berücksichtigt. In der letzten verfügbaren Strassenrechnung (1997) belief sich der Wert für den kumulierten Landerwerb auf 1.89 Mrd. CHF. Bei einer Netzlänge von etwas über 51'000 km<sup>(2)</sup> erge-ben sich Landkosten von nur rund 37 CHF / Laufmeter Strasse, was einem Quadratme-terpreis in der Grössenordnung von 5-7 CHF entspricht.

Aus ökonomischer Sicht drängt sich eine andere Sichtweise auf. Die Strasseninfrastruktur beansprucht Bodenflächen, welche auch alternativ genutzt werden könnten (Land-wirtschaft, Wohnflächen, Industrieflächen). Diese entgangenen Nutzungsmöglichkeiten bestimmen die **Opportunitätskosten** der vom Strassenverkehr beanspruchten Bodenflä- che. Aus volkswirtschaftlicher Sicht wären der Strasseninfrastruktur diese Kosten anzu-rechnen. Die Kosten ergeben sich in diesem Fall aus den kalkulatorischen Zinsen und dem aktuellen Bodenwert. Das Ergebnis entspricht dem **Wiederbeschaffungswert**.

Die beiden Berechnungsweisen führen zu unterschiedlichen Ergebnissen. Die Unter-schiede halten sich aber in vergleichsweise engen Grenzen, da bei der Verzinsung des eingesetztten Kapitals im einen Fall vom Nominal- und im anderen Fall vom Realzins aus-gegangen werden muss.

Die methodisch heikle Frage die sich hier stellt ist, von welchem aktuellen Bodenwert ausgegangen werden soll. Auf den ersten Blick könnte von den Landpreisen entlang der Strasseninfrastruktur ausgegangen werden. Bei einem solchen Vorgehen wird vernach-lässigigt, dass das Vorhandensein der Strasse unmittelbare Rückwirkungen auf den Boden-preis hat: Wäre das Gebiet nicht durch die Strasse erschlossen, wäre der Preis pro Qua-dratmeter sehr viel tiefer. Andererseits können Emissionen des Verkehrs auch bewirken, dass der Bodenwert entlang einer Strasse abnimmt. Die Herleitung des „richtigen“ Prei-

---

1 Der Flächenbedarf des gesamten schweizerischen Strassennetzes wurde für Ende der 80er Jahre auf rund 660 km<sup>2</sup> (mit Parkraum: 730km<sup>2</sup>) geschätzt (vgl. Hüsler W. (1988), Strasse und Verkehr 2000, Band 5, S. 41). Angesichts der Netzlänge und Strassenbreite entfällt auf die Gemeindestrassen mehr als die Hälfte der 660 km<sup>2</sup>.

2 Die Länge des Gemeindestrassennetzes wurde letztmals 1984 erhoben. Der Wert von 51'197 km wird in der Schweizerischen Verkehrsstatistik des Bundesamtes für Statistik als provisorischer Wert weiterhin aufgeführt.

ses müsste diese beiden Effekte berücksichtigen. Sie stellt sowohl theoretisch als auch methodisch ein schwieriges Unterfangen dar.

Angesichts dieser methodischen Schwierigkeiten stellt sich die Frage, von welchem Bodenpreis im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ausgegangen werden soll. Wir schlagen folgende pragmatische Lösung vor:

Bei der Betrachtung des **bestehenden Strassennetzes**, d.h. beim Fall „Durchschnittskosten für bestehende Siedlungen“, wird von den Zahlen der schweizerischen Strassenrechnung ausgegangen, und dies aus drei Gründen:

- Die Strassenrechnungsmethodik entspricht grundsätzlich jener, die von den Gemeinden angewandt wird. Die Strassenrechnung beruht im Bereich Gemeindestrassen auf einer Stichprobe von zufällig ausgewählten Gemeinden.
- Die Herleitung des „richtigen“ Preises der Bodenfläche, welche durch das bestehende Strassennetz beansprucht wird, sprengt den Rahmen der vorliegenden Studie bei weitem (vgl. oben).
- Nur in wenigen Ausnahmefällen steht die Umnutzung von bestehendem Strassenraum überhaupt zur Diskussion. Insofern macht die Anwendung des Opportunitätskostenansatzes bei bestehenden Strassen wenig Sinn.

Bei der Bewertung **neu zu erstellender Strasseninfrastruktur**, d.h. beim Fall „Grenzkosten neuer Siedlungen“, wird grundsätzlich von aktuellen Landpreisen ausgegangen, wobei zwischen der inneren Erschliessung und der Groberschliessung unterschieden wird:

- Bei der **inneren Erschliessung**, d.h. bei den Quartierstrassen, Fussgängererschliessungen und Vorplätzen, stützen wir uns auf durchschnittliche Baulandpreise ab, da hier vollständig vom Opportunitätskostenprinzip ausgegangen werden kann.
- Bei der **Groberschliessung** besteht hingegen das oben kurz diskutierte Problem, dass der Bodenpreis unmittelbar durch das Vorhandensein der Strasse beeinflusst wird. Der zu wählende Bodenpreis müsste unter den aktuellen Baulandpreisen zu liegen kommen. Unsere Annahme stützen wir auf folgende Grundlagen und Auskünfte:
  - Als absolute Untergrenze könnte der Bodenpreis für Flächen ausserhalb der Bauzone herbeigezogen werden. Hier wäre von einem Bodenpreis in der Grössenordnung von 8 - 10 CHF / m<sup>2</sup> auszugehen. Dieser Wert wäre dann zulässig, wenn die neue Strasse vollständig durch Nicht-Bauzonenland führen würde. Dieser Fall kann bei Groberschliessungsstrassen praktisch ausgeschlossen werden.
  - Wird die kommunale Praxis betrachtet, lassen sich kaum allgemeine Aussagen machen, da praktisch jeder Fall von Landerwerb für den Neu- und/oder Ausbau einer Strasse einen Einzelfall darstellt. In Verhandlungen mit dem Grundeigentümer wird eine Lösung gesucht. Dabei werden die Auswirkungen der Landabtretung für den Grundeigentümer berücksichtigt (z.B. Beeinträchtigung des Bauvolumens und/oder der Baumöglichkeiten auf dem verbleibenden Grundstück). In aller Regel werden bei diesen Lösungen Preise festgelegt, die klar unter den Preisen des angrenzenden Landes liegen. Abschläge in der Grössenordnung von 20% bis zwei Dritteln

werden als realistisch bezeichnet. Sie sind geringer in zentralen Lagen als in Randlagen.<sup>(3)</sup>

- In einer vergleichbaren österreichischen Untersuchung wird von einem Drittel des Baulandpreises ausgegangen.<sup>(4)</sup>

Als Grundlage gehen wir von den in Tabelle B1-1 wiedergegebenen Baulandpreisen aus.<sup>(5)</sup>

**Tabelle B1-1: Baulandpreise, in CHF / m<sup>2</sup>**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Ausgangswert	900	700	500	300
Oberer Wert	1'000	800	600	400
Unterer Wert	800	600	400	200

Bei der Festlegung der massgebenden Bodenpreise für neu zu erstellende Groberschliessungen werden die in Tabelle B1-1 aufgeführten Werte um die in Tabelle B1-2 aufgeführten Prozentpunkte reduziert.

**Tabelle B1-2: Abschläge auf den Baulandpreisen**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Ausgangswert	60%	60%	60%	60%
Oberer Wert	65%	65%	65%	65%
Unterer Wert	20%	20%	20%	20%

Die Abschläge sind im Ausgangswert vergleichsweise hoch angesetzt. Damit soll auch berücksichtigt werden, dass die Ausgangsgrösse für die Bestimmung der relevanten Landpreise die Baulandpreise sind (Tabelle B1-1). Nun ist es durchaus denkbar, dass ein Teil der Groberschliessung durch das deutlich billigere Nicht-Bauzonenland führt.

Da die Baulandpreise auch innerhalb der verschiedenen Ortstypen massiv schwanken und der Abschlag je nach konkreter Situation im Einzelfall variiert, sind die Werte in den Tabelle B1-1 und B1-2 nur als plausible mittlere Grössen zu verstehen. Bei der Auswertung wird es sich deshalb aufdrängen, die Landkosten gesondert auszuweisen.

3 Illustrative Werte für die Stadt Bern: 800 CHF / m<sup>2</sup> in der Innenstadt, 100 CHF / m<sup>2</sup> in den Randzonen der Stadt. Die Baulandpreise lassen sich für die Innenstadt praktisch nicht festlegen, für die Randzonen dürften sie bei rund dem 5fachen des festgelegten Preises liegen.

4 Vgl. ÖIR (1999), Siedlungsstruktur und öffentliche Haushalte, S. 60.

5 Grundlagen: Auswertung Inserate, Statistisches Amt des Kantons Zürich, Joliat+Suter Architekten.

## 1.2 Zinssatz

In unserer Normkostenberechnung werden die Investitionskosten in Jahreskosten umgerechnet. Grundlage für diese Umrechnung sind einerseits die Nutzungsdauer, andererseits der Zinssatz. Bei letzterem gilt es zwischen realem und nominalem Zinssatz zu unterscheiden:

Wir gehen in unseren Berechnungen von einem **realen Zinssatz von 3%**, um die realen Finanzierungskosten wiederzugeben. Entsprechend wird bei den künftigen Ersatzinvestitionen auch keine Teuerung unterstellt.

## 2 Abwasser

### 2.1 Innere Erschliessung

#### 2.1.1 Investitionskosten

Vorbemerkung: Gemäss der neuen Entwässerungsphilosophie soll nur noch Schmutzwasser in die Kanalisation eingeleitet werden. Das unverschmutzte Regenwasser (beispielsweise Dachwasser) soll möglichst umfassend von der Kanalisation ferngehalten und versickert werden. Diese neue Entwässerungsphilosophie erlaubt kleinere Leitungsdurchmesser und damit geringere Kosten für die Hausanschlüsse und die Quartierschliessung. Die zusätzlich anfallenden Kosten für die Regenwasserversickerung werden hier nicht berücksichtigt.

Die innere Erschliessung setzt sich zusammen aus dem Hausanschluss (gemäss obiger Bemerkung nur für Schmutzwasser) und, den Kontrollschächten bzw. Kontrollstutzen und der Quartierschliessung. Die nachfolgende Tabelle zeigt die unterstellten Werte.<sup>(6)</sup>

Die Werte gelten für eine Grabentiefe von ungefähr 2 Meter, wobei angenommen wird, dass der Aushub ausgebaggert wird (die günstigere Variante der Grabenfräse wurde hier nicht berücksichtigt). Die Inhouse-Leitungen sind deutlich günstiger als die Hausanschlüsse im Gelände. Die Leitungsdurchmesser bewegen sich von 125 mm für Hausanschlüsse und 200 bis 350 mm für die Quartierschliessung. Im weiteren wird unterstellt, dass die sehr kurze Quartierschliessung mit relativ geringen Leitungsdurchmessern an eine Mischkanalisation angeschlossen wird.

---

6 Die Werte stammen aus einer Kostenzusammenstellung des GSA des Kanton Bern.

**Tabelle B2-1: Investitionskosten innere Erschliessung**

		S1	S2	S3	S4	S5
Hausanschluss	CHF/m	230	230	310	310	360
Hausanschluss (Inhouse)	CHF/m	80	80	100	100	120
Quartiererschliessung	CHF/m	290	380	430	430	500
Kontrollschächte Strasse	Stück	2700	2700	2700	2700	2700
Kontrollstutzen Inhouse	CHF/Stück	--	--	400		--
Kontrollstutzen Wiese	CHF/Stück	--	--	--	--	500
Kontrollstutzen Strasse	CHF/Stück	--	900	--	--	--
Durchschnittliche Kosten für Kontrollschächte/-stutzen	CHF/Stück	2700	1230	980	860	780

Bei den Kontrollschächten und Stutzen wurde davon ausgegangen, dass beim Anschluss an die Groberschliessung ein Kontrollschacht angebracht wird und dieser im Strassenbereich zu liegen kommt. Die restlichen Kontrollmöglichkeiten werden mittels Kontrollstutzen, die wesentlich günstiger sind als die Kontrollschächte, sichergestellt.

### 2.1.2 Nutzungsdauern

In der Praxis wird für die Freispiegelleitungen und Kontrollschächte eine Nutzungsdauer von 50 bis 100 Jahren angenommen.<sup>(7)</sup> Der Kanton Bern berechnet die Wiederbeschaffungswerte der Leitungen auf Basis einer Nutzungsdauer von 80 Jahren. Wir gehen in unseren Berechnungen ebenfalls von einer Nutzungsdauer von 80 Jahren aus.

### 2.1.3 Betrieb und Unterhalt

Bei der inneren Erschliessung ergeben sich während der normalen Nutzungsdauer von Leitungen und Armaturen nur sehr geringe Aufwendungen für Unterhalt und Betrieb. Als Kosten fallen vor allem die regelmässige Zustandskontrolle und Spülung der Kanalisation an. Wir gehen davon aus, dass die Zustandskontrolle und Spülung alle 10 Jahre nötig wird. Die Kanalspülung kostet ca. 3 CHF/m und die Besichtigung der Kontrollschächte 20 CHF/Stück. Weitere Aufwendungen fallen für Kanalfernsehen und kleinere Unterhaltsarbeiten an. Wir rechnen hier mit ca. 10 CHF/m alle 10 Jahre.

7 vgl. bspw. VOKOS (1997), Seite 85.

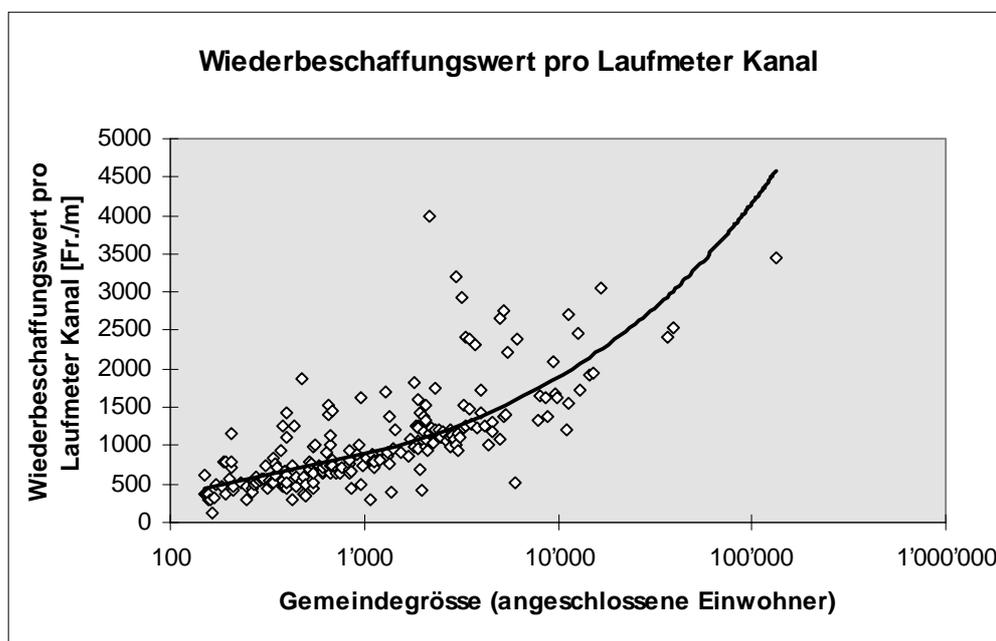
## 2.2 Äussere Erschliessung

### 2.2.1 Investitionskosten

#### a) Groberschliessung

Die Kosten der Groberschliessung unterscheiden sich stark von Gemeinde zu Gemeinde. Die nachfolgende Grafik zeigt den Zusammenhang zwischen der Gemeindegrösse und den spezifischen Kanalkosten.<sup>(8)</sup> Aus dieser Grafik lassen sich die ungefähren durchschnittlichen Kosten pro Laufmeter Kanal für unsere vier Ortstypen herauslesen (vgl. nachfolgende Tabelle, Zeile „Durchschnitt“).

**Grafik B2-2: Wiederbeschaffungswert der Kanalisation, in CHF/m**



Für die Rohrleitung und Verlegung sowie die Grabarbeiten wird also mit einem nach Ortstyp unterschiedlichen Kostensatz gerechnet. Die Abstufungen ergeben sich aufgrund der unterschiedlichen Dimensionierung der Kanalisation sowie der höheren Aufwendungen für Grabarbeiten in Städten und Agglomerationen. Die Werte wurden so kalibriert, dass sich die aus der obigen Grafik ableitbaren Durchschnittswerte pro Ortstyp errechnen liessen.<sup>(9)</sup>

- 8 Die Grafik basiert auf Daten des Vollzugskonzept Siedlungsentwässerung (VOKOS) des Kantons Bern. Es wurden 208 Gemeinden berücksichtigt (Gemeinden mit mehr als 150 angeschlossenen Einwohnern und eine Kanallänge von über 1000 m, im Weiteren wurden nur Gemeinden berücksichtigt, bei denen die zusätzlich anzuschliessenden Einwohner nicht mehr als 2% der bereits angeschlossenen Einwohnern beträgt).
- 9 Für die Kanalkosten wurden folgende Werte eingesetzt: NW 200: 500 Fr./m, NW 500: 1250 Fr./m, NW 800: 1800 Fr./m, NW 1000: 2225 Fr./m, NW 1400: 3100 Fr./m. Die Unterschiede in den Ortstypen ergeben sich aufgrund der unterschiedlichen Kosten für die Grabarbeiten. Die Kalibrierung ergab folgende Werte für den „Bauschwierigkeitsgrad“ für Grabarbeiten (ausgedrückt in Prozent der Kosten in Randgemeinden): Randgemeinden: 100%, Zentrumsgemeinden 133%, Agglomeration 178%, Stadt 227%. Dieser

**Tabelle B2-3: Investitionskosten Kanalisation Groberschliessung**

		Durchschnitt	S1	S2	S3	S4	S5
Stadt	CHF/m	3000 <sup>(10)</sup>	630	1'580	2'280	2'810	3'920
Agglomeration	CHF/m	2500 <sup>(11)</sup>	590	1'470	2'110	2'610	3'640
Zentrumsgemeinde	CHF/m	1500 <sup>(12)</sup>	420	1'060	1'520	1'880	2'620
Randgemeinde	CHF/m	850 <sup>(13)</sup>	290	730	1'060	1'310	1'820

**b) Zuleitung zur Groberschliessung**

Ist ein Siedlungstyp durch eine spezielle Zuleitung ans Groberschliessungsnetz anzuschliessen, so sind diese Kosten speziell zu berücksichtigen. Wir gehen davon aus, dass die Zuleitung für Siedlungen in Randgemeinden den jeweiligen Kosten für die Groberschliessung entsprechen. In den Regionalzentren, Agglomerationen und Städte wurde im Vergleich zu den Randgemeinden mit höheren Werten gerechnet. Die Kosten der Zuleitung in den Regionalzentren, Agglomerationen und Städte liegen unter den Kosten der Groberschliessung. Dies lässt sich damit begründen, dass die Zuleitungen für eine periphere Siedlung unter den Kosten für Kanäle beispielsweise in der Innenstadt liegen.<sup>(14)</sup>

**Tabelle B2-4: Investitionskosten Kanalisation Zuleitung zur Groberschliessung**

		Durchschnitt	S1	S2	S3	S4	S5
Stadt	CHF/m	1105	380	950	1380	1700	2370
Agglomeration	CHF/m	1020	350	880	1270	1570	2180
Zentrumsgemeinde	CHF/m	935	320	800	1170	1440	2000
Randgemeinde	CHF/m	850	290	730	1060	1310	1820

„Bauschwierigkeitsgrad“ beinhaltet also alle Kostenunterschiede, die sich nicht aus der unterschiedlichen Dimensionierung der Leitungen ergeben.

10 Die Stadt Bern weist einen Wiederbeschaffungswert von rund 3000 Fr./m (Quelle: Unterlagen der Stadt Bern).

11 Entspricht dem durchschnittlichen Wiederbeschaffungswert folgender Gemeinden Bolligen, Ittigen, Ostermundigen, Köniz, Muri bei Bern und Worb.

12 Entspricht dem durchschnittlichen Wiederbeschaffungswert folgender Gemeinden Aarberg, Tramelan, Sumiswald, Herzogenbuchsee, Interlaken, Moutier, Münsingen, Lyss, Spiez.

13 Entspricht dem durchschnittlichen Wiederbeschaffungswert folgender Gemeinden Cortébert, Gurzelen, Jens, Bütigen, Inkwil, Kiesen, Amsoldingen, Bannwil, Bleienbach, Heiligenschwendi, Walperswil, Gals, Kirchdorf, Kaufdorf, Prêles, Diessbach bei Büren, Mörigen, Oberwil bei Büren, Twann, Zimmerwald, Wiler bei Utzenstorf, Thörigen, Barga, Kappelen, Oberörsz, Leissigen, Rüti bei Büren, Bärswil, Reutigen, Ferribalm, Aefligen, Orvin.

14 Es wurde vereinfachend davon ausgegangen, dass die Kosten von Zuleitungen in Zentrumsgemeinden 10%, Agglomerationen um 20% und in Städten um 30% höher liegen als die Zuleitungskosten von Randgemeinden.

### c) Verbandskanäle, ARA und Sonderbauwerke

Für die Verbandskanäle<sup>(15)</sup>, Abwasserreinigungsanlagen und Sonderbauwerke<sup>(16)</sup> wurden die Kosten pro Einwohnergleichwert (EWG) gemäss den vorliegenden Daten des Vollzugskonzepts Siedlungsentwässerung (VOKOS) des Kantons Bern bestimmt. Es wurde mit folgenden Werten gerechnet (für die Stadt und Agglomeration wurde mit denselben Werten gerechnet, da annahmegemäss Stadt und Agglomeration in dieselbe Kläranlage entwässern und somit in einem Verband oder einer AG zusammengeschlossen sind):

**Tabelle B2-5: Investitionskosten Verbandskanäle, ARA, Sonderbauwerke**

		Stadt <sup>(17)</sup>	Agglo	ZentGem	RandGem
Verbandskanäle	CHF/EWG	100	100	800 <sup>(18)</sup>	1700 <sup>(19)</sup>
Abwasserreinigungsanlage	CHF/EWG	600	600	1100 <sup>(20)</sup>	1800 <sup>(21)</sup>
Sonderbauwerke	CHF/EWG	30	30	120 <sup>(18)</sup>	210 <sup>(19)</sup>

### 2.2.2 Nutzungsdauern

Für die einzelnen Anlagenteile im Einzugsgebiet gehen wir von folgenden Nutzungsdauern aus:

Ähnlich wie bei den Angaben zur inneren Erschliessung sind auch diese Angaben als Durchschnittswerte zu verstehen. Aus der Praxis sind sowohl kürzere als auch längere Nutzungsdauern bekannt.

Im Weiteren ist zu beachten, dass in den Betriebs- und Unterhaltskosten die Sanierung von Bauteilen, die vor dem Ablauf der Nutzungsdauer ersetzt werden müssen (bspw. gewisse elektromechanische Teile wie Pumpen), enthalten sein müssen.

15 Meist sind dies Zubringerkanäle zur Abwasserreinigungsanlage.

16 Dies umfasst die Sonderbauwerke (Hochwasserentlastungen, Regenüberlaufbecken, Regenrückhaltebecken, Pumpwerke, Messstellen) auf Verbandsebene.

17 Entspricht den durchschnittlichen Wiederbeschaffungswerten von Worblental und Region Bern AG.

18 Entspricht dem durchschnittlichen Wiederbeschaffungswert der Gemeinden/Verbände von Belp, Gürbetal, Münsingen, Mittleres Emmental, Interlaken-Unters, Moossee-Urtenenbach.

19 Entspricht dem durchschnittlichen Wiederbeschaffungswert der Gemeinden/Verbände Ins-Müntschemier, Sonceboz (Bas-Vallon) SEBV, Aarwangen, St.Imier-Villeret SESE, Wangen-Wiedlisbach, Tavannes-Loveresse SETE, Lotzwil, Oberes Simmental (Zweisimmen).

20 Entspricht dem durchschnittlichen Wiederbeschaffungswert der ARA der Gemeinden/Verbände Belp, Herzogenbuchsee-Wanzwil, Gürbetal, Langenthal, Münsingen, Mittleres Emmental, Interlaken-Unters, Moossee-Urtenenbach.

21 Entspricht dem durchschnittlichen Wiederbeschaffungswert der ARA der Gemeinden/Verbände Ins-Müntschemier, Sonceboz (Bas-Vallon) SEBV, Aarwangen, St.Imier-Villeret SESE, Wangen-Wiedlisbach, Tavannes-Loveresse SETE, Lotzwil, Frutigen-Kandersp, Oberes Simmental (Zweisimmen).

**Grafik B2-6: Nutzungsdauer in Jahren**

	Nutzungsdauer [Jahre]
Groberschliessung	80
Zuleitung zur Groberschliessung	80
Verbandskanäle	80
Abwasserreinigungsanlagen (ARA)	33
Sonderbauwerke	50

### 2.2.3 Betrieb und Unterhalt

Für die äussere Erschliessung wurde mit folgenden Kosten gerechnet:

**Tabelle B2-1: Betriebs- und Unterhaltskosten für die äussere Erschliessung**

		Stadt	Agglo	ZentGem	RandGem
Groberschliessung	CHF/Meter,a	3	3	3	3
Zuleitung zur Groberschliessung	CHF/Meter,a	3	3	3	3
Verbandskanal	CHF/EWG,a	0.3	0.3	2.4	5.1
ARA	CHF/EWG,a	20 <sup>(22)</sup>	20 <sup>(22)</sup>	27 <sup>(23)</sup>	45 <sup>(24)</sup>
Sonderbauwerke	CHF/EWG,a	1.5	1.5	6	10.5

Zum Betrieb und Unterhalt des Kanalnetzes (Groberschliessung, Zuleitung und Verbandskanäle) gehören die Kanalspülung, kleinere Schadenbehebung und Kanalforschungsuntersuchungen. Für die Groberschliessung und die Zuleitung zur Groberschliessung wurden Betriebs- und Unterhaltskosten von 3 CHF/Meter und Jahr angenommen.<sup>(25)</sup>

Für die Verbandskanäle wurden jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten von 0.5% der Investition angesetzt. Es handelt sich dabei um eine grobe Schätzung. Die Betriebs- und Unterhaltskosten der Abwasserreinigungsanlagen wurden anhand der VOKOS-Daten abgeschätzt. Für die Sonderbauwerke wurden jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten von 2.0% der Investition angesetzt. Es handelt sich dabei um eine grobe Schätzung.

22 Entspricht den durchschnittlichen Betriebs- und Unterhaltskosten der ARA Bern, Worblental, Biel und Thun.

23 Entspricht den durchschnittlichen Betriebs- und Unterhaltskosten der ARA Belp, Herzogenbuchsee-Wanzwil, Gürbetal, Langenthal, Münsingen, Mittleres Emmental, Interlaken-Unters, Moossee-Urlenenbach.

24 Entspricht den durchschnittlichen Betriebs- und Unterhaltskosten der ARA Ins-Müntschemier, Sonceboz (Bas-Vallon) SEBV, Aarwangen, St.Imier-Villeret SESE, Wangen-Wiedlisbach, Tavannes-Loveresse SETE, Lotzwil, Frutigen-Kandersp, Oberes Simmental (Zweisimmen).

25 vgl. dazu VOKOS (1997), Seite 136.

## 3 Wasser<sup>(26)</sup>

### 3.1 Innere Erschliessung

#### 3.1.1 Investitionskosten

##### a) Hausanschlüsse (Armaturen)

Mit zunehmendem maximalen Wasserbedarf nehmen die Kosten für die erforderlichen Armaturen pro Hausanschluss zu. In den Kosten eingerechnet sind Schieber, Batterie und Wasserzähler sowie die Kosten für die Installation.

**Tabelle B3-1: Investitionskosten Hausanschluss, in CHF / Stück**

	S1	S2	S3	S4	S5
Ausgangswert	2'100	2'100	2'100	2'920	6'030

##### b) Rohrleitung Hausanschluss

Abhängig vom Querschnitt des Rohrs nehmen die Kosten mit zunehmender Grösse leicht zu. In den Kostenangaben sind ausschliesslich die Kosten für das (meist Guss-) Rohr enthalten. Die Grabarbeiten werden separat erfasst.

**Tabelle B3-2: Investitionskosten Rohrleitung Hausanschluss, in CHF / Laufmeter**

	S1	S2	S3	S4	S5
Ausgangswert	35	35	35	40	45
Oberer Wert	40	40	40	45	50
Unterer Wert	20	20	20	25	30

26 Die nachfolgenden Ausführungen zum Wertgerüst basieren auf Angaben folgender Institutionen bzw. Personen: Sanitäre Anlagen / Heizungen / Techn. Büro B. Aschwanden, Altdorf; Ingenieurbüro Grombach & Co. AG IB, Zürich; Ingenieurbüro Tobler & Fuchs AG, Ebikon; Regionale Wasserversorgung St. Gallen AG; Schweiz. Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW), Zürich; Städtische Werke Luzern; Wasserversorgung Altdorf; Wasserversorgung Zürich. Als weitere Quelle wurde verwendet: Amt für Gemeinden und Raumordnung der Justiz-, Gemeinde- und Kirchendirektion des Kantons Bern (1999), Erschliessungsprogramm, Arbeitshilfe für die Ortsplanung.

Verschiedene Informationsgeber haben ihre Auskünfte insbesondere bezüglich den Kostensätzen an die Bedingung verpflichtet, dass ihre Angaben im Bericht nicht direkt identifizierbar sind. Wir kommen diesem Anliegen entgegen, indem wir auf direkte Quellenverweise verzichten, ausser wenn es sich um allgemein zugängliche Informationen handelt.

**c) Anschluss an Quartierschliessung**

Bei den Armaturen (T-Stück, Schieber) für den Anschluss der Hausleitung an die Quartierleitung wird mit einheitlichen Kosten von 1'000 CHF / Stk. (Bandbreite 500 - 1'500 CHF) gerechnet.

**d) Rohrleitung Quartierschliessung**

Für die Quartierschliessung wird für alle Siedlungstypen von einem Gussrohr mit einem Durchmesser von 250 mm ausgegangen. Die Rohrkosten (ohne Grabarbeiten) mit Verlegung belaufen sich auf 125 CHF pro Laufmeter (Bandbreite: 100 - 200 CHF/m').

**e) Hydrant**

Für die Investitionskosten wird von Überflurhydranten ausgegangen. Für alle Siedlungstypen wurden die gleichen Einheitskosten von 5'000 CHF / Stück angenommen.

**f) Anschluss an Groberschliessung**

Die Kosten für den Anschluss an die Groberschliessung (T-Stück, Schieber) sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

**Tabelle B3-3: Investitionskosten Rohrleitung Hausanschluss, in CHF / Laufmeter**

	S1	S2	S3	S4	S5
Ausgangswert	560	5'000	5'000	5'000	5'000
Oberer Wert		7'000	7'000	7'000	7'000
Unterer Wert					

Die Kosten hängen von der jeweiligen Leitungsgrösse der Quartierschliessung ab. Da beim Siedlungstyp 1 der Hausanschluss direkt an die Groberschliessung angeschlossen wird, fallen die Kosten wesentlich geringer aus.

**g) Grabarbeiten**

Bei der inneren Erschliessung fallen sowohl für den Hausanschluss wie auch für die Quartierleitung Grabarbeiten an. Generell gehen wir davon aus, dass die Grabarbeiten im Belag zu erfolgen haben. Die Grabenbreite ist mehr oder weniger unabhängig vom Querschnitt der eingelegten Rohre. Bei einer erforderlichen Überdeckung von ca. 100 cm wird normalerweise ein 60-70 cm breiter Graben ausgehoben.

Bei den Kostenansätzen wird zwischen der Erst- und Ersatzinvestition unterschieden. Im Ersatzfall muss aufgrund der schwierigeren Verhältnisse (z.B. Verkehrsumlenkung, Notleitungen usw.) mit höheren Kosten gerechnet werden.

**Tabelle B3-4: Kosten für Grabarbeiten, in CHF / Laufmeter**

	S1	S2	S3	S4	S5
Erstinvestition	190	230	270	310	350
Ersatzinvestition	190	290	390	490	590

Bei den obigen Ansätzen handelt es sich um jene Kosten, welche der Wasserversorgung oder einem Privaten anfallen, wenn der Graben separat für die Wasserrohre erstellt werden muss. In der Praxis wird aber versucht, die Kosten für die Grabarbeiten auf mehrere Medien (Wasser, Abwasser, Strom, Telefon/TV) aufzuteilen. Die Verteilung erfolgt dabei oft gemäss dem Querschnitt der eingelegten Leitungen.<sup>(27)</sup> Bei der Zusammenfassung der einzelnen Infrastrukturbereich ist diesem Aspekt Rechnung zu tragen.

### 3.1.2 Nutzungsdauern

Mit Ausnahme der Armaturen für den Hausanschluss (Nutzungsdauer 30 Jahre) wird für die übrigen Komponenten der inneren Erschliessung (Rohrleitung Hausanschluss, Rohrleitung Quartierserschliessung, Hydrant, T-Stücke und Schieber) von einer Nutzungsdauer von 60 Jahren ausgegangen. In der Praxis kann die Lebensdauer in Einzelfällen auch wesentlich höher liegen (bis zu 80 oder 100 Jahren).

### 3.1.3 Betrieb und Unterhalt

Bei der inneren Erschliessung ergeben sich während der normalen Nutzungsdauer von Leitungen und Armaturen nur sehr geringe Aufwendungen für Unterhalt und Betrieb. Als Kosten fallen vor allem die jährlichen Kontrollen der Schieber und Hydranten an. In der nachstehenden Tabelle sind die von uns verwendeten Kostensätze zusammengefasst:

<sup>27</sup> Da die Abwasserleitungen unter allen anderen Leitungssystem liegen müssen, werden dem Abwasser nebst dem Anteil gemäss Rohrquerschnitt oft auch die Zusatzkosten für den tieferen Graben angelastet.

**Tabelle B3-5: Betriebs- und Unterhaltskosten pro Jahr**

	Kosten für Unterhalt und Betrieb pro Jahr in CHF
Hausanschluss (Schieber, Batterie, Wasserzähler) <sup>(28)</sup>	0
Rohrleitung Hausanschluss	0
Anschluss an Quartierleitung (T-Stück, Schieber)	10
Rohrleitung Quartiererschliessung	0
Hydrant	30
Anschluss an Groberschliessung (T-Stück, Schieber)	10

## 3.2 Äussere Erschliessung

### 3.2.1 Investitionskosten

#### a) Groberschliessung, Zuleitung zur Groberschliessung

Für die Rohrleitung und Verlegung sowie die Grabarbeiten wird mit einem nach Orts- und Siedlungstyp unterschiedlichen Kostensatz gerechnet. Die Abstufungen ergeben sich aufgrund der unterschiedlichen Dimensionierung der Gussrohre sowie der tendenziell höheren Aufwendungen für Grabarbeiten in Städten und Agglomerationen.

**Tabelle B3-6: Investitionskosten für Groberschliessung und Zuleitung zur Groberschliessung (Rohr, Grabarbeiten und Verlegung), in CHF / Laufmeter**

	S1	S2	S3	S4	S5
Stadt	420	890	1070	1280	1540
Agglomeration	420	890	1070	1280	1540
Regionales Zentrum	390	820	990	1180	1420
Randgemeinde	310	650	780	940	1120

#### b) Zubringer- und Transportleitung

Ähnlich wie beim Leitungssystem für die Groberschliessung werden auch bei den Zubringer- und Transportleitungen die Kostensätze nach dem Ortstyp differenziert (sowohl aufgrund der Dimensionierung als auch wegen der Bauschwierigkeiten).

<sup>28</sup> Die Kosten für Ablesen, Rechnungstellung und Administration werden bei den Betriebskosten des Einzugsgebiets berücksichtigt.

**Tabelle B3-7: Investitionskosten Zubringer und Transportleitung (Rohr, Verlegung und Graben), in CHF / Laufmeter**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Ausgangswert	1'000	1'000	750	500

**c) Reservoir**

Bei den Kosten für die Erstellung eines Reservoirs können deutliche Skaleneffekte festgestellt werden. Je grösser das Reservoir ist, desto kleiner werden die spezifischen Kosten pro m<sup>3</sup> Inhalt. Die Skaleneffekte sind vor allem auf die Anlagen und Armaturen zur Steuerung und Überwachung zurückzuführen, welche nicht mit der Grösse des Reservoirs nur unterproportional zunehmen.

**Tabelle B3-8: Investitionskosten für die Erstellung von Reservoirs (inkl. Steuerung) in CHF / m<sup>3</sup> Inhalt**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Ausgangswert	500	500	1'000	2'000
Oberer Wert	800	800		3'000
Unterer Wert	344	344		900

Für städtische Verhältnisse wird pro m<sup>3</sup> Inhalt mit einem Ansatz von 500 CHF (Bandbreite 344-800 CHF) gerechnet, in Randgemeinden mit kleineren Reservoirs sind die spezifischen Kosten pro m<sup>3</sup> Inhalt wesentlich höher.

**d) Wassergewinnung (Quellwasser, Grundwasser, Seewasser)**

Die Investitionskosten für die Wassergewinnung hängen sehr stark von der Art der Wassergewinnung (Quell-, Grund- oder Seewasser) und von der Wasserqualität bzw. den erforderlichen Infrastruktureinrichtungen für die Wasseraufbereitung ab.

Die nachstehend angeführten Kostensätze müssen daher als Grössenordnung verstanden werden. Je nach den konkreten Verhältnissen können sich sehr grosse Unterschiede ergeben.

Beim Quell- und Grundwasser sind die sehr grossen Bandbreiten vor allem im Zusammenhang mit der Ergiebigkeit der Quellen zu sehen: unterschiedliche Quellzuflüsse (z.B. 150 l/min oder 500 l/min) bewirken bei vergleichbaren Fassungskosten enorme Unterschiede bei den spezifischen Kosten pro m<sup>3</sup> Förderleistung

**Tabelle B3-9: Investitionskosten für die Wassergewinnung nach Gewinnungsart und in CHF pro m<sup>3</sup> durchschnittlicher Tagesleistung**

	Ausgangswert CHF /m <sup>3</sup> , d-Leist.	Oberer Wert CHF /m <sup>3</sup> , d-Leist.	Unterer Wert CHF /m <sup>3</sup> , d-Leist.
Quellwasserfassung	50	200	25
Grundwasserfassung	125	500	95
Seewasserfassung	800	870	600

### 3.2.2 Nutzungsdauern

Für die einzelnen Anlagenteile im Einzugsgebiet gehen wir von folgenden Nutzungsdauern aus:

**Tabelle B3-10: Nutzungsdauer in Jahren**

	Ausgangswert	Oberer Wert	Unterer Wert
Rohrleitungen (Groberschliessung, Zubringerleitung, Transportleitungen)	60		
Reservoir	55	80	50
Quellwasserfassung	45	50	40
Grundwasserfassung	45	50	30
Seewasserfassung	45	50	30

Ähnlich wie bei den Angaben zur inneren Erschliessung sind auch diese Angaben als Durchschnittswerte zu verstehen. Aus der Praxis sind in Einzelfällen wesentlich längere Nutzungsdauern bekannt.

### 3.2.3 Betrieb und Unterhalt

#### a) Leitungssystem im Einzugsgebiet

Für das Leitungssystem im Einzugsgebiet (Groberschliessung, Zubringer- und Transportleitung) gelten ähnliche Überlegungen wie für die innere Erschliessung: Während der ordentlichen Nutzungsdauer sind die Betriebs- und Unterhaltskosten ausserordentlich gering. Für diesen Bereich werden daher keine Kosten berücksichtigt

**b) Reservoir**

Beim Reservoir ist vor allem Kosten mit Kosten für Kontrollgänge, Reinigung sowie Wasseraufbereitung (z.B. Strom für Entkeimungsanlagen) zu rechnen. Mit zunehmender Reservoirgrösse ist wiederum mit gewissen Skaleneffekten zu rechnen.

**Tabelle B3-11: Betriebs- und Unterhaltskosten für Reservoir in CHF / m<sup>3</sup> Inhalt**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Ausgangswert	3	3	6	6

**c) Wassergewinnung und -aufbereitung (Quell-, Grund- und Seewasser)**

Die Betriebs- und Unterhaltskosten für die Wassergewinnung hängen in erster Linie davon ab, ob es sich um Quell-, Grund- oder Seewasser handelt. Nebst der unterschiedlichen Qualität und der daher erforderlichen Aufbereitung ist beim Grund- und Seewasser im Normalfall auch mit bedeutenden Kosten für die Pumpwerke zu rechnen. Die nachstehend zusammengestellten Kostensätze beruhen auf Angaben verschiedener Wasserversorgungen.

**Tabelle B3-12: Betriebs- und Unterhaltskosten für die Wassergewinnung inkl. Aufbereitung in CHF / m<sup>3</sup>**

	Ausgangswert	Oberer Wert	Unterer Wert
Quellwasser	0.05	0.18	0.00
Grundwasser	0.15	0.25	0.10
Seewasser	0.30	0.33	0.20

**d) Übrige Betriebs- und Unterhaltskosten**

Zusätzlich zu den Kosten für Wassergewinnung und Aufbereitung fallen weitere Kosten für die Verwaltung und Administration der gesamten Wasserversorgung an (z.B. Zählerablesen, Rechnungstellung, Inkasso, Planung usw.). Diese Kosten fassen wir unter dem Begriff „übrige Kosten“ zusammenfassen.

**Tabelle B3-13: Übrige Betriebs- und Unterhaltskosten in CHF / m<sup>3(29)</sup>**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Ausgangswert	0.52	0.52	0.23	0.23

29 Berechnet aus Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW (1999), Statistische Erhebungen der Wasserversorgung in der Schweiz 1997, S. 13.

Die Abstufung der Kostensätze beruht auf den Ergebnissen der SVGW-Erhebung. Die tieferen Verwaltungs- und Administrativkosten in kleineren Körperschaften hängt möglicherweise mit der Tatsache zusammen, dass in vielen kleineren Gemeinden die Wasserversorgung von privaten Trägerschaften im Milizsystem bewältigt wird. Dadurch können offenbar vor allem beim obersten Kader Personalkosten eingespart werden.

## 4 Strasseninfrastruktur

### 4.1 Innere Erschliessung

#### 4.1.1 Investitionskosten

##### a) Vorplätze und Fusswege

Die Investitionskosten hängen stark von der baulichen Ausführung ab. Die Möglichkeiten reichen von Rasengittersteinen über Kiesbelag bis zur Asphaltierung der Plätze und Wege. Die Investitionskosten der verschiedenen Ausführungen sehen wie folgt aus:

- Für eine asphaltierte Lösung weist in der Arbeitshilfe für die Ortsplanung des Amtes für Gemeinden und Raumordnung (AGR) des Kantons Bern der sehr hohe Satz von 260 bis weit über 300 CHF / m<sup>2</sup> ausgewiesen. Bei Naturbelag sinkt er auf 210 - 230 CHF / m<sup>2</sup>.<sup>(30)</sup>
- Bei der häufig anzutreffenden Lösung Verbundsteine ist von Kosten in der Grössenordnung von 120 CHF / m<sup>2</sup> (inkl. Unterbau und Entwässerung) auszugehen.<sup>(31)</sup>
- In „Kostenfaktor Erschliessungsanlagen“ finden sich folgende Angaben: Gehwegplatten 50 - 75 CHF / m<sup>2</sup>, Rasenpflaster: 80 CHF / m<sup>2</sup>.<sup>(32)</sup>

Tabelle B4-1 zeigt die den Berechnungen zu Grunde liegenden Werte.

**Tabelle B4-1: Investitionskosten Vorplätze und Fusswege, in CHF / m<sup>2</sup>, ohne Landkosten**

<b>Vorplatz</b>	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Ausgangswert	150	150	150	150
Oberer Wert	220	220	220	220
Unterer Wert	70	70	70	70

30 Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern (Hrsg.) (1996), Erschliessungsprogramm, S.26.

31 Angaben von Klötzli+Friedli, Landschaftsarchitekten Biel.

32 Vgl. Weeber H. und Rees M., Institut für Stadtplanung und Sozialforschung (1999), Kostenfaktor Erschliessungsstrasse, S. 70. Wechselkurs DEM : CHF: 0.82 (23.12.99).

## b) Quartierschliessungsstrasse

Auch hier hängen die Investitionskosten für eine **neu zu erstellende Quartierstrasse** vom unterstellten Ausführungsstandard ab. Bei der einfachsten Ausführung ist von Kosten in der Grössenordnung von 90 CHF / m<sup>2</sup> auszugehen, bei einer „lastwagengängigen“ Ausführung von 150 CHF / m<sup>2</sup>.

Spürbar höhere Kosten werden in der Arbeitshilfe für die Ortsplanung des AGR ausgewiesen. Hier beläuft sich der m<sup>2</sup>-Kostensatz für eine Strasse ohne Trottoir auf 250 - 300 CHF.<sup>(33)</sup>

Dieser höhere Satz wird durch das Fallbeispiel Worb bestätigt:<sup>(34)</sup>

- einfache Strasse, ohne Beleuchtung und Gehweg: 225 CHF / m<sup>2</sup>
- Quartierstrasse, mit Beleuchtung und Gehweg: 200 bis 260 CHF / m<sup>2</sup>

Als Ausgangswert für unsere Berechnungen wählen wir einen mittleren Wert von 200 CHF / m<sup>2</sup>.

**Tabelle B4-2: Investitionskosten Quartierschliessungsstrasse, in CHF / m<sup>2</sup>, ohne Landkosten**

Quartierstrasse	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Ausgangswert	200	200	200	200
Oberer Wert	250	250	250	250
Unterer Wert	100	100	100	100

Die Werte in Tabelle B4-2 gelten für den Blickwinkel langfristige Grenzkosten von neuen Siedlungen. Werden bestehende Siedlungen und damit **bestehende Quartierstrassen** betrachtet, gehen wir bei der Groberschliessung (vgl. unten Abschnitt 4.2.1) von den Werten der schweizerischen Strassenrechnung aus. Da diese Werte aus methodischen Gründen (Stichwort: Anschaffungswerte als Grundlage für die Berechnung der Jahreskosten und nicht Wiederbeschaffungswerte) spürbar tiefer sind, muss auch bei den Quartierstrassen von den Werten der schweizerischen Strassenrechnung ausgegangen werden. Ansonsten würden für die Quartierstrassen deutlich höhere Kapitalkosten resultieren als für die Groberschliessung (Gemeindestrassen).

Ausgangspunkt für den eingesetzten Wert ist der aus der Strassenrechnung ableitbare mittlere Kapitalkostensatz für einen Laufmeter Gemeindestrasse. Dieser beläuft sich auf 25.60 CHF pro Laufmeter oder auf ca. 4 CHF / m<sup>2</sup>. Die Quartierstrassen sind weniger aufwändig gebaut als eine durchschnittliche Gemeindestrasse. Ausgehend von den in AGR (1996) aufgezeigten Kostendifferenzen zwischen verschiedenen Strassentypen<sup>(35)</sup> legen wir einen Wert von 3 CHF / m<sup>2</sup> fest.

33 Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern (Hrsg.) (1996), Erschliessungsprogramm, S.26.

34 Infraconsult (1995), Kosten der Zersiedelung: Fallbeispiel Worb, Kt. Bern, Anhang S. II ff.

35 Vgl. Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern (Hrsg.) (1996), Erschliessungsprogramm, S.25 f.

### c) Abstellplätze

Bei den Abstellplätzen ist entscheidend, ob es sich um Unterstände, Garagen oder Einstellhallenplätze handelt.

Verfügbare Kostenschätzungen sind:<sup>(36)</sup>

- einfacher Parkplatz von 12.5m<sup>2</sup>: ca. 2'000 CHF
- Einzelgarage oder Garage in Garagenhof: 5'730 - 11'460 CHF
- Einstellhallenplatz: ca. 17'000 CHF

Bei den Siedlungstypen 3 - 5 wird grundsätzlich von Einstellhallenplätzen ausgegangen. Bei Siedlungstyp 2 (EFH) sind beide Varianten denkbar. Entsprechend wird der obere oder untere Wert aus Tabelle B4-3 eingesetzt. Beim Siedlungstyp 1 gehen wir immer vom unteren Wert aus.

**Tabelle B4-3: Investitionskosten Abstellplatz, in CHF / Platz, ohne Landkosten**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Ausgangswert	17'000	17'000	17'000	17'000
Oberer Wert	17'000	17'000	17'000	17'000
Unterer Wert	2'000	2'000	2'000	2'000

### d) Beleuchtung

Bei der Beleuchtung handelt es sich um die üblichen Kandelaber. Die Kosten belaufen sich auf rund 2'500 CHF / Stück.<sup>(37)</sup>

## 4.1.2 Nutzungsdauern

Die Nutzungsdauern der verschiedenen Infrastrukturteile der inneren Erschliessung unterscheiden sich nur in geringem Masse. Wir gehen in den Berechnungen von folgenden Grössen aus:

- **Quartierserschliessungsstrasse:** Ausgangspunkt ist die Diskussion unten in Abschnitt 4.2.2. Die Lebensdauer einer Quartierstrasse dürfte höher sein als jene einer Gemeindestrasse, da sie in aller Regel weniger stark befahren ist und damit weniger abgenützt wird. Ein Wert von 50 Jahren scheint plausibel.

<sup>36</sup> Angaben Joliat+Suter Architekten, Weeber H. und Rees M., Institut für Stadtplanung und Sozialforschung (1999), Kostenfaktor Erschliessungsstrasse, S. 82. Wechselkurs DEM : CHF: 0.82 (5.1.2000).

<sup>37</sup> Angaben von Klötzli+Friedli, Landschaftsarchitekten Biel sowie AGR (Hrsg.) (1996), S. 19.

- **Vorplätze und Fusswege:** Da die Vorplätze und Fusswege etwas weniger solid gebaut sind, unterstellen wir eine kürzere Lebensdauer als bei der Quartierstrasse, nämlich 40 Jahre.
- **Abstellplätze:** Bei den Parkplätzen gehen wir von den 40 Jahren aus der Strassenrechnung aus. Einstellhallenplätze weisen die gleiche Lebensdauer wie die Wohnbauten auf. Wir setzen 100 Jahre ein.
- **Beleuchtung:** 40 Jahre.

### 4.1.3 Betrieb und Unterhalt

#### a) Vorplätze und Fusswege

Die Unterhaltskosten sind bei der Verbundsteinlösung vergleichsweise hoch. Es wird unterstellt, dass sie ca. alle 15 Jahre ausnivelliert und gerichtet werden müssen. Dabei fallen rund 30% der Investitionskosten an. Es ergeben sich somit Jahreskosten (Annuitäten) von 3.4 CHF / m<sup>2</sup>. Bei anderen Lösungen dürften die Unterhaltskosten in der Grössenordnung von 2 - 3 CHF liegen (1-2% der Investitionskosten als grobe Faustregel).

Hinzu kommen der betriebliche Unterhalt (Reinigung) in der Grössenordnung 1 - 2 CHF / m<sup>2</sup>, so dass ein plausibler Wert bei 4 CHF / m<sup>2</sup> zu liegen kommt.

#### b) Quartierschliessungsstrasse

Ausgangspunkt sind die Betriebs- und Unterhaltskosten der Groberschliessungsstrassen (vgl. unten). Da die Quartierschliessungsstrassen eine geringere Breite aufweisen und weniger stark benützt werden als das öffentlich zugängliche Gemeindestrassennetz, fallen die Betriebs- und Unterhaltskosten geringer aus. Die Unterschiede nach Ortstyp sind vernachlässigbar, da die Quartierstrassen praktisch ausschliesslich durch die AnwohnerInnen benützt werden, sich also keine grossen, ortstypspezifischen Unterschiede bei der Abnützung (z.B. wegen Busbetrieb) ergeben.

Der Durchschnittswert der Ausgaben für den baulichen und betrieblichen Unterhalt beläuft sich gemäss schweizerischer Strassenrechnung für das Gemeindestrassennetz auf rund 27 - 29 CHF / Laufmeter. Für die Quartierstrasse schätzen wir ihn auf 10 bis maximal 15 CHF / Laufmeter oder 2 - 3 CHF / m<sup>2</sup> (5m breite Strasse).

Wird auf die Angaben der von uns befragten Experten abgestellt (vgl. Abschnitt 4.2.3 unten), kommt man auf etwas höhere Werte von 5 - 7 CHF / m<sup>2</sup>.

Eine obere Grenze dürften die Unterhaltskosten von Gemeindestrassen in Randgemeinden darstellen, welche wir auf maximal 70 CHF / Laufmeter oder rund 11 CHF / m<sup>2</sup> schätzen (vgl. Tabelle B4-7 unten).

Aus diesen Angaben lassen sich folgende Inputs für das Normkostenmodell ableiten:

**Tabelle B4-4: Unterhaltskosten Quartierserschliessung, in CHF / m<sup>2</sup>**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Ausgangswert	7	7	7	7
Oberer Wert	11	11	11	11
Unterer Wert	3	3	3	3

**c) Abstellplätze**

Bei den Parkplätzen wird von den gleichen Zahlen wie bei der Vorplätzen ausgegangen. Die Einstellhallenplätze verursachen vernachlässigbare Betriebs- und Unterhaltskosten.

**d) Beleuchtung**

Bei der Beleuchtung fallen die Betriebskosten ins Gewicht wie am Beispiel der Stadt Bern illustriert werden kann.<sup>(38)</sup>

Pro Jahr ergeben sich rund 4'400 Betriebsstunden. Die Leistung eines Beleuchtungskörpers beläuft sich auf 140 Watt (inkl. Vorschaltgerät). Bei einem an die Stadt verrechneten Strompreis von 0.19 CHF / kWh ergeben sich Jahresbetriebskosten von rund 117 CHF.

**4.2 Äussere Erschliessung****4.2.1 Investitionskosten**

Die Investitionskosten, welche bei der **Erstellung neuer Strassen** anfallen, hängen entscheidend vom Ausbaustandard ab. Dieser wird auf Grund der Nutzung festgelegt. Ins Gewicht fällt vor allem der Anteil schwerer Fahrzeuge, welche auf den Strassen verkehren. Bei Gemeindestrassen sind das insbesondere Busse des öffentlichen Verkehrs. Es erstaunt deshalb nicht, dass je nach Ortstyp unterschiedliche Kostensätze vorliegen:

□ In der Arbeitshilfe für die Ortsplanung des AGR finden sich folgende Werte:<sup>(39)</sup>

- Strasse mit beidseitigem Trottoir: 1'800 - 2'450 CHF / Laufmeter
- Strasse mit einseitigem Trottoir: 1'330 - 1'910 CHF / Laufmeter

Die Strassenentwässerung wird zusätzlich mit 210 - 330 CHF / Laufmeter veranschlagt.

38 Angaben Elektrizitätswerk der Stadt Bern, Abteilung öffentliche Beleuchtung.

39 Vgl. Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern (Hrsg.) (1996), Erschliessungsprogramm, S.25.

- Für die Stadt Bern wird von einem Satz 1'500 bis 2'100 CHF / Laufmeter ausgegangen, in Altdorf von etwas mehr als 1'100 CHF / Laufmeter.
- Infraconsult (1995): Investitionskosten für eine durchschnittliche Gemeindestrasse, mit Beleuchtung/Gehweg im Kanton Bern: 1'300 bis 1'700 CHF pro Laufmeter.
- In ÖIR (1999) finden sich folgende Angaben:<sup>(40)</sup>
  - Gemeindestrasse: 875 CHF / Laufmeter (enthält 292 CHF / Laufmeter für Gehsteig und Beleuchtung)
  - Auch diese Studie weist spürbare Unterschiede zwischen verschiedenen Orts- bzw. Raumtypen aus: Für das ländliche Netz werden 410 CHF / Laufmeter angegeben, für Städte 820 - 1'460 CHF und für Wohngemeinden 580 - 640 CHF.

In unserem Normkostenmodell verwenden wir eher tiefe Ausgangswerte um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass die Groberschliessungsstrasse der Quartierserschliessung dient und nicht als Durchgangsstrasse konzipiert ist.

**Tabelle B4-5: Investitionskosten Groberschliessung, in CHF / Laufmeter, ohne Landkosten**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Ausgangswert	1'600	1'500	1'400	1'100
Oberer Wert	2'400	2'000	1'900	1'500
Unterer Wert	1'400	1'300	1'200	900

Die Investitionskosten gelten grundsätzlich für alle Siedlungstypen in den jeweiligen Ortstypen. Es ist allerdings davon auszugehen, dass im Falle von Streusiedlungen einfachere Erschliessungsstrassen gebaut werden als zur Erschliessung von grösseren Siedlungen. Entsprechend verwenden wir bei unseren Berechnungen für den Siedlungstyp 1 den unteren Wert und nicht den Ausgangswert.

Die oben dargestellten Investitionskosten sind massgebend für die Ermittlung der Infrastrukturkosten neuer Siedlungen, d.h. für die Erstellung neuer Groberschliessungsstrassen. Bei der Analyse der **Strassenkosten bestehender Siedlungen** wird von den Angaben aus der Strassenrechnung ausgegangen. Ausgangswert sind die 25.60 CHF / Laufmeter. Sie ergeben sich aus den gesamten Kapitalkosten für das Gemeindestrassennetz und der Netzlänge gemäss schweizerischer Verkehrsstatistik. In diesem Kostensatz sind auch die Kosten für den baulichen Unterhalt enthalten.

Obige Diskussion und die vom Schweizerischen Städteverband zusammengestellte Strassenrechnung für rund 130 Gemeinden<sup>(41)</sup> machen deutlich, dass bei den Kapitalkosten pro Laufmeter Gemeindestrasse zwischen den vier in dieser Untersuchung unterschiedenen Ortstypen spürbare Unterschiede bestehen. Ausgehend von einer Schätzung, wie

40 Vgl. ÖIR (1999), Siedlungsstruktur und öffentliche Haushalte, S. 60. Wechselkurs ATS : CHF: 0.1166 (5.1.2000).

41 Schweizerischer Städteverband (1998), Strassenrechnung 1995.

sich das gesamte Gemeindestrassennetz auf die vier Ortstypen verteilt<sup>(42)</sup>, den Unterschieden bei den Landkosten (sie sind auch Teil der Kapitalkosten) und den Investitionskosten lassen sich folgende Grössenordnungen ableiten:

- Stadt: 38 CHF / Laufmeter
- Agglomeration: 35 CHF / Laufmeter
- Regionales Zentrum: 22 CHF / Laufmeter
- Randgemeinde: 19 CHF / Laufmeter

#### 4.2.2 Nutzungsdauer

Die Angaben bezüglich Lebensdauer einer durchschnittlichen Gemeindestrasse sind unterschiedlich:

- In der schweizerischen Strassenrechnung werden 40 Jahre unterstellt, in der österreichischen 60 Jahre.<sup>(43)</sup>
- Losinger V. und Herschkowitz J. (1994) findet sich ein Wert von 50 Jahren.<sup>(44)</sup> Von diesem wird auch in Infraconsult (1994) ausgegangen.<sup>(45)</sup>
- Nachfragen bei kommunalen Stellen ergeben folgendes Bild:<sup>(46)</sup>
  - Für die Stadt Bern wird ein Wert von 25-30 Jahre als plausibel erachtet.
  - 30 Jahre werden auch in Altdorf als realistisch betrachtet, vorausgesetzt der bauliche Unterhalt wird nicht vernachlässigt.

In beiden Fällen wird auf die grosse Bedeutung der Belastung hingewiesen. Diese dürfte in Städten und Agglomerationen besonders wegen dem öffentlichen Verkehr (Busse) höher sein als in Regionalzentren und Randgemeinden.

Vor diesem Hintergrund gehen wir von den in Tabelle B4-6 wiedergegebenen Werten aus.

**Tabelle B4-6: Lebensdauer Groberschliessung**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Ausgangswert	30	30	35	40
Oberer Wert	50	50	50	50
Unterer Wert	25	25	30	40

42 Grundlagen: Angaben für den Kanton Bern in Infrac (1994), Dezentrale Konzentration - auch eine Sparmassnahme?, S. 32, Statistik des schweizerischen Städteverbands, Strassenrechnung 1995.

43 Vgl. BfS (div. Jahrgänge), Die Schweizerische Strassenrechnung und Arbeitsgemeinschaft Herry / Infrac / Prognos (1994), Einzel- und gesamtwirtschaftliche Wegekostenrechnung Strasse/Schiene in Österreich und der Schweiz.

44 Vgl. Losinger V. und Herschkowitz J. (1994), Vom Strassenbau.

45 Infraconsult (1995), Kosten der Zersiedelung: Fallbeispiel Worb, Kt. Bern, Anhang S.IV.

46 Information Tiefbauamt der Stadt Bern und Bauverwaltung Altdorf.

### 4.2.3 Betrieb und Unterhalt

Angaben über Betriebs- und Unterhaltsausgaben bzw. -kosten finden sich in verschiedenen Unterlagen;

- Aus der schweizerischen Strassenrechnung lassen sich für die jährlichen Strassenausgaben folgende Werte ableiten:<sup>(47)</sup>

Kategorie	Mio. CHF / Jahr	CHF / Laufmeter
Betrieblicher Unterhalt	850 - 880	16 - 17
Baulicher Unterhalt	220 - 270	4.3 - 5.3
Verwaltung, Signalisation, Verkehrsregelung	330 - 340	6.5
Total Gemeindestrassen	1'400 - 1'490	26.9 - 28.8

Betriebskosten: rund 1.1 Mrd. CHF oder 21.5 CHF / Laufmeter. In diesen Betriebskosten sind die Kosten für den baulichen Unterhalt nicht enthalten, da der bauliche Unterhalt aktiviert und über 12.5 Jahre abgeschrieben wird.

- Die Stadt Bern rechnet mit Ausgaben von 100 - 150 CHF / Laufmeter für den baulichen Unterhalt. Die hohen Kosten sind insbesondere auch durch die schweren Busse des öffentlichen Verkehrs verursacht. Hinzu kommen die Ausgaben für die Signalisation und Verkehrsregelung. Ein Satz von rund 2% der Investitionskosten wird in Altdorf als realistischer Wert für den baulichen Unterhalt betrachtet, wenn die Substanz der Strasse erhalten werden soll. Hinzu kommt der betriebliche Unterhalt von geschätzten 5 CHF / Laufmeter. Für das Fallbeispiel Worb geht Infraconsult (1995) beim Strassenunterhalt (Winterdienst und Werkhofequipe) von 20.10 CHF / Laufmeter aus.<sup>(48)</sup>
- Aus der Strassenrechnung des Schweizerischen Städteverbandes lassen sich für das Jahr 1995 folgende mittlere Werte (Ausgaben, inkl. baulicher Unterhalt) für die verschiedenen Betriebs- und Unterhaltskostenkategorien ermitteln (in CHF / Laufmeter):<sup>(49)</sup>

	Unterhalt, Verwaltung	Verkehrssignalisation und -regelung	Total Ausgaben
Grosse Städte	180	60	240
Agglomeration	60	5	65
Regionale Zentren	50	5	55

Bei der Festlegung der Ausgangswerte für unsere Berechnungen ist von Bedeutung, dass sich die oben ausgewiesenen Kostenunterschiede zwischen den verschiedenen Ortstypen in erster Linie aus der unterschiedlichen Nutzung der Groberschliessungsstrassen

47 Vgl. BfS (div. Jg.), Die schweizerische Strassenrechnung, Strassenrechnung 1997 z.B.

48 Angaben Tiefbauamt der Stadt Bern, Bauverwaltung der Gemeinde Altdorf, Infraconsult (1995), Kosten der Zersiedelung: Fallbeispiel Worb, Kt. Bern, Anhang S.IV.

49 Vgl. Schweizerischer Städteverband (1998), Strassenrechnung 1995.

sen ergeben. Der Satz für die Stadt Bern ist derart hoch, weil der Anteil schwerer Fahrzeuge (Busse) viel höher ist als in einem regionalen Zentrum.

Diese Unterschiede sind für unsere Berechnung aber nur sehr bedingt relevant, da wir davon ausgehen, dass es sich bei der Groberschliessungsstrasse um eine Strasse handelt, die „nur“ der Erschliessung des Quartiers dient. Sie ist weitgehend frei von Durchgangsverkehr und regem Busverkehr. Entsprechend müssen wir bei unseren Berechnungen von deutlich geringeren Kostenunterschieden zwischen den Ortstypen ausgehen als obige Werte nahelegen würden. Tabelle B4-7 zeigt die grosse Bandbreite bei den oberen Werten und die kleine bei den Ausgangswerten.

**Tabelle B4-7: Unterhaltskosten Groberschliessung, in CHF / Laufmeter**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Ausgangswert	50	45	40	30
Oberer Wert	240	80	60	50
Unterer Wert	40	30	30	25

Wie bei den Investitionskosten gilt auch hier, dass wir bei unseren Berechnungen für den Siedlungstyp 1 (Einzelgebäude) vom unteren Wert ausgehen, für die übrigen Siedlungen vom Ausgangswert.

Der bauliche und betriebliche Unterhalt sind in Tabelle B4-7 zusammengefasst. Anders als in der Strassenrechnungsmethodik wird der bauliche Unterhalt also nicht aktiviert. Im Normkostenmodell sind bei der Betrachtungsweise „neue Siedlungen“ in den Kapitalkosten daher nur die Investitionskosten und der Landerwerb enthalten.

Anders ist es im Fall „**Durchschnittskosten bestehender Siedlungen**“: Hier müssen die Werte aus Tabelle B4-7 etwas nach unten angepasst werden: Wie erwähnt ist in den Zahlen von Tabelle B4-7 nicht nur der betriebliche, sondern auch der bauliche Unterhalt enthalten ist. Da dieser bei der Betrachtungsweise „Durchschnittskosten bestehender Siedlungen“ aber bereits Teil der Kapitalkosten ist (Strassenrechnungsmethodik!), käme es sonst zu einer Doppelzählung. Gemäss Strassenrechnung macht der bauliche Unterhalt ca. 15% der gesamten Ausgaben für Unterhalt, Signalisation, Verkehrsregelung und Verwaltung aus. Entsprechend werden die Werte in Tabelle B4-7 um 15% reduziert.

Da beim betrieblichen Unterhalt der Winterdienst eine wichtige Komponente darstellt, müsste bei Randgemeinden im Alpenraum von einem deutlich höheren Satz ausgegangen werden. So unterscheiden sich etwa die Unterhaltskosten von St. Moritz und der Stadt Bern nicht sehr stark.

## 5 Personenverkehr

Wie im Textteil des Hauptberichts beschrieben setzt sich das Wertgerüst in diesem Bereich aus zwei Arten von Kosten zusammen:

- Externe Kosten: Kostensätze für den externalisierten Teil der Unfallfolgekosten und Kosten der Luftverschmutzung sowie Lärmbelastung durch den Verkehr.
- Ungedeckte Wegekosten im öffentlichen Verkehr: Hier stehen die Defizite der Transportunternehmen (TU) des öffentlichen Verkehrs im Vordergrund, welche über Abgeltungen durch die öffentliche Hand auf die Allgemeinheit übertragen werden.

### 5.1 Externe Kosten des Personenverkehrs

Für die externen Kosten des Personenverkehrs liegen in der Schweiz verschiedene Schätzungen vor. Unsere Berechnungen beruhen auf den folgenden Publikationen:

- ECOPLAN und Maibach et al. (1992): In diesen beiden Studien aus dem Nationalen Forschungsprogramm 25 „Stadt und Verkehr“ sind Werte für die Städte Bern und Zürich sowie für deren Agglomerationen aufgeführt. Unterschieden wird zwischen den Verkehrsträgern Personenwagen, Lastwagen, Bahn, Bus, Trolley und Tram.<sup>(50)</sup>
- Maibach et al. (1999): Im Rahmen des NFP41 wurden für verschiedene Externalitäten neue, nach Teilräumen differenzierte Schätzungen vorgelegt.<sup>(51)</sup>
- In ECOPLAN (1998) finden sich Durchschnittswerte für die Schweiz.<sup>(52)</sup>

Aus diesen Unterlagen haben wir die in Tabelle B5-1 wiedergegebenen Werte abgeleitet. Es handelt sich um plausible mittlere Werte innerhalb der je nach externem Kostenbereich immer noch stark divergierenden Kostenschätzungen. Sie dienen als Grundlage für die grobe Abschätzung der externen Kosten des Personenverkehrs.

---

50 Vgl. ECOPLAN (1992), Externe Kosten im Agglomerationsverkehr, S. 111 und Maibach M. et al. (1992), Internalisieren der externen Kosten des Verkehrs, S. 76.

51 Vgl. Maibach et al. (1999), Faire und effiziente Preise im Verkehr, dabei insbesondere der Materialienband M5.

52 Vgl. ECOPLAN (1998), Externalitäten im Verkehr - methodische Grundlagen.

**Tabelle B5-1: Externe Kostensätze nach Verkehrsmittel, in CHF / Fzkm bzw. Zugskm**

Ortstyp	Externalität	MIV	Bahn	Bus/Tram
<b>Stadt:</b>	Luft	0.090	0.000	0.400
	Klima	0.025	0.020	0.060
	Lärm	0.040	1.000	0.450
	Unfälle	0.035	0.500	0.040
<b>Agglo:</b>	Luft	0.040	0.000	0.300
	Klima	0.025	0.020	0.080
	Lärm	0.030	0.700	0.200
	Unfälle	0.015	0.400	0.040
<b>RegZent:</b>	Luft	0.025	0.000	0.200
	Klima	0.025	0.020	0.080
	Lärm	0.020	0.600	0.150
	Unfälle	0.020	0.450	0.050
<b>RandGem:</b>	Luft	0.020	0.000	0.150
	Klima	0.025	0.020	0.080
	Lärm	0.010	0.400	0.070
	Unfälle	0.030	0.350	0.040

## 5.2 Ungedekte Wegekosten

In den oben erwähnten NFP25- und NFP41-Studien finden sich Angaben über die durchschnittlichen ungedeckten Wegekosten. Zudem lassen sich Grössenordnungen aus der BFS-Publikation „Der öffentliche Verkehr“ ableiten. Für die Plausibilisierung der Werte in Tabelle B5-2 sind die Angaben von 48 Transportunternehmen bzw. -angebote ausgewertet worden. Die Stichprobe setzt sich wie folgt zusammen:

- 16 Ortsbusse
- 14 Überlandbuslinien
- 4 städtische Verkehrsbetriebe
- 14 konzessionierte Eisenbahnunternehmen

Aus den Unterlagen und der Auswertung geht folgendes hervor:

- ❑ Fast keine TU des öffentlichen Verkehrs ist in der Lage, ihre Gesamtkosten zu decken. Selbst eine Deckung der Betriebskosten, also ohne Berücksichtigung der Infrastrukturkosten, wird in verschiedenen Fällen nicht erreicht.
- ❑ Bei einzelnen TU fällt der Kostendeckungsgrad enorm tief aus. Im Kanton Bern wiesen 1997 etwas über 50 Linien des öffentlichen Schienen- und Busverkehrs einen Kostendeckungsgrad von weniger als 25% auf. Einzelne fielen gar unter die 10%-Hürde.<sup>(53)</sup>
- ❑ Zwischen der verschiedenen TU und insbesondere zwischen den verschiedenen Linie sind die Unterschiede markant.
- ❑ Wegen des höheren Auslastungsgrades (vgl. Diskussion in Abschnitt 5.3 von Anhang A) ist die Kostenunterdeckung im ländlichen Raum tendenziell tiefer als in urbanen Gebieten.

Vor diesem Hintergrund erweisen sich generelle Aussagen als sehr heikel. Bei der Interpretation der Ergebnisse werden deshalb die möglichen grossen Abweichungen von den in Tabelle B5-2 wiedergegebenen Werte zu beachten sein.

**Tabelle B5-2: Ungedekte Wegekosten, in CHF / Fzkm bzw. Zugs-km, Mitte der 90er Jahre**

	MIV	Bahn	Bus/Tram
Stadt	0.006	6.00	3.00
Agglo	0.006	5.00	1.50
RegZent	0.010	5.00	2.50
RandGem	0.010	8.00	3.00

53 Vgl. ECOPLAN (1998), Auswirkungen von Sparmassnahmen im ÖV, S. 10.

## 6 Stromversorgung<sup>(54)</sup>

### 6.1 Innere Erschliessung

#### 6.1.1 Investitionskosten

##### a) Hausanschluss (Kasten)

Die Einrichtungen für den Hausanschluss sind abhängig von der Gebäudegrösse, bzw. den darin befindlichen Wohneinheiten. Dementsprechend wird bei den Kostensätzen eine Differenzierung nach Siedlungstypen vorgenommen.

**Tabelle B6-1: Investitionskosten Hausanschluss, in CHF / Stück**

	S1	S2	S3	S4	S5
Ausgangswert	2'700	3'450	4'300	4'300	7'700

In den Kosten enthalten sind sämtliche Material- und auch Personalkosten für die Installation.

##### b) Zähler

Die Kosten für Anschaffung und Installation der Zähler werden auf **380 CHF** pro Stück veranschlagt. Der Kostensatz ist unabhängig vom Siedlungstyp.

##### c) Kabinen

Pro Kabine wird mit einem Kostensatz von 10'000 CHF gerechnet. Beim Siedlungstyp 5 gehen wir - wie bereits bei der Erläuterung des Mengengerüst erwähnt - von der Installation eines Technikraums aus. Dieser Raum muss normalerweise bauseits - also von der Bauherrschaft - zur Verfügung gestellt werden und belastet die Rechnung des EVU nicht, trotzdem fallen aus volkswirtschaftlicher Sicht die Kosten an.

54 Die nachfolgenden Ausführungen zum Wertgerüst basieren auf Direktauskünften verschiedener Energieversorgungsunternehmen (EVU). Sämtliche Unternehmen haben ihre Auskünfte mit der strikten Auflage verknüpft, dass ihre Angaben im Bericht ausschliesslich in anonymisierter Form dargestellt werden. Wir verzichten daher im folgenden auf direkte Quellenverweise, ausser wenn es sich um allgemein zugängliche Informationen handelt.

Für diese Studie wurden Angaben von insgesamt 10 verschiedenen EVU ausgewertet. Für verschiedene Spezialfragen wurden in zwei Etappen mehrstündige Intensivinterviews mit zwei EVU durchgeführt.

**Tabelle B6-2: Investitionskosten Kabinen (S5: Technikraum), in CHF / Stück**

	S1	S2	S3	S4	S5
Ausgangswert	10'000	10'000	10'000	10'000	40'000

**d) Lokales Verteilnetz (Kabelrohr, Kabel und Grabarbeiten)**

Vereinfachend gehen wir davon aus, dass die lokale Verteilung mit Kabel- und nicht mit Freileitungen erfolgt. Diese Annahme entspricht dem heutigen Trend in der Praxis. Der Anteil des Freileitungsnetzes im Niederspannungsbereich liegt bei den meisten EVU weit unter 10%.

Für Kabel, Kabelrohr und Verlegungsarbeiten rechnen wir mit einem Kostensatz von 21 CHF pro Laufmeter. Für die dazu erforderlichen Grabarbeiten (im Belag) gehen wir von Aufwendungen von 40 CHF pro Laufmeter aus.

**Tabelle B6-3: Investitionskosten für lokales Verteilnetz (S5: Technikraum), in CHF / Stück**

	Ausgangswert	Oberer Wert	Unterer Wert
Leitung (Kabel, Kabelrohr, Verlegung) in CHF/m'	21	25	17
Grabarbeiten in CHF/m'	40	50	30

**e) Trafostation (Gebäude und Ausrüstung)**

Abhängig vom Siedlungstyp fällt der Aufwand für die Einrichtung einer Trafostation unterschiedlich aus. Bei den anfallenden Kosten muss zwischen den eigentlichen Gebäudekosten für die Unterbringung und den Anschaffungskosten für die Transformatoren unterschieden werden.

Mit Zunahme der installierten Leistung (kVA) nehmen sowohl die Gebäude- als auch die Anschaffungskosten zu, wenn auch unterproportional. Zusätzlich gilt es zu beachten, dass in dichter besiedelten Gebieten die Anforderungen an Gestaltung und Integration in die Umgebung zunehmen.

Die Leistungsvergrößerung der Trafostationen wird durch die Ausrüstung mit einem grösseren Transformator oder durch den zusätzlichen Einbau von einem oder mehreren Transformatoren gleicher Grösse erreicht.

Zur Bestimmung der erforderlichen Leistungsinstallation wird der Bedarf des zu versorgenden Gebietes meist mittels Branchenkennzahlen abgeschätzt. Bei der Ausrüstung der Trafostationen verwenden verschiedene EVU einige wenige einheitliche Transformato-

rengrößen (z.B. Transformatoren von 63kVA, 250kVA, 400kVA, 630kVA) um die Kosten für Unterhalt, Lagerhaltung und Ersatz zu vermindern.

**Tabelle B6-4: Investitionskosten für das Gebäude einer Trafostation, in CHF / Stück**

	S1	S2	S3	S4	S5
Ausgangswert	30'000	40'000	50'000	60'000	80'000
Oberer Wert					
Unterer Wert	20'000				

Im Ersatzfall ist davon auszugehen, dass das Gebäude im ersten Ersatzzyklus nicht vollständig neu erstellt werden muss, sondern mit einer umfassenden Renovation wieder Instand gestellt werden kann. Die entsprechenden Kosten der Ersatz-Investition fallen daher im ersten Erneuerungszyklus tiefer aus (vgl. nachstehende Tabelle). Für die Ermittlung der langfristig anfallenden Investitionskosten haben wir den Mittelwert aus der Erstinvestition (Tabelle B6-4) und der Ersatzinvestition (Tabelle B6-5) verwendet.

**Tabelle B6-5: Kosten der Ersatz-Investition für das Gebäude einer Trafostation im erstmaligen Erneuerungszyklus, in CHF / Stück**

	S1	S2	S3	S4	S5
Ausgangswert	15'000	15'000	20'000	25'000	30'000
Oberer Wert					
Unterer Wert					

Bezüglich der Transformatoren wird davon ausgegangen, dass sie nach Ablauf der Nutzungsdauer üblicherweise vollständig ersetzt werden. Die Erst-Investitions- und Ersatzkosten werden daher gleich hoch veranschlagt.

**Tabelle B6-6: Investitionskosten für die Ausrüstung der Trafostationen (Anschaffung Transformatoren, Installation usw.), in CHF / Stück**

	S1	S2	S3	S4	S5
Ausgangswert	70'000	105'000	115'000	140'000	170'000

## 6.1.2 Nutzungsdauern

Basierend auf den Angaben verschiedener EVU werden für die verschiedenen Bestandteile der inneren Erschliessung folgende Nutzungsdauern angenommen:

**Tabelle B6-7: Nutzungsdauer in Jahren**

	Nutzungsdauer
Hausanschluss (Kasten)	40
Zähler	15
Kabinen	30
Lokales Verteilnetz	
– Kabel	40
– Grabarbeiten	100
Trafostation	
– Gebäude	60
– Ausrüstung	30

### 6.1.3 Betrieb und Unterhalt

#### a) Hausanschluss und Kabinen

Ausser der Behebung von allfälligen Störungen fallen gemäss Aussagen der kontaktierten EVU für die Bereiche Hausanschlüsse und Kabinen keine relevanten Unterhaltskosten an. Der Aufwand für die Behebung der Störfälle konnte von den EVU nicht separat ermittelt werden, da sie meist Bestandteil der gesamten Pikettaufwendungen sind. Angesichts dieser Ausgangslage werden für Hausanschlüsse und Kabinen in unserem Modell keine Kosten für Betrieb und Unterhalt berücksichtigt.

#### b) Zähler

Die jährlichen Kosten für Betrieb und Unterhalt der Zähler setzen sich vor allem aus den Aufwendungen für das Ablesen der Zähler, für die jährliche Installationskontrolle, für die Rechnungstellung und für die Kontrolle des Zahlungsverkehr zusammen. Pro Zähler wird mit einem Ansatz von 65 CHF/Stück gerechnet (Bandbreite: 12-95 CHF).

#### c) Lokales Verteilnetz (Niederspannung, 0.4kV)

Basierend auf den Angaben einzelner EVU rechnen wir für den Betrieb und Unterhalt im lokalen Verteilnetz mit einem Kostensatz von 2.8 CHF pro Laufmeter. Die Kosten fallen vor allem für die Behebung von Störungen, für allgemeine Arbeiten im Netzbau und für den Pikettdienst an.

#### d) Trafostation

Die jährlichen Betriebs- und Unterhaltskosten für Trafostationen ergeben sich vor allem durch den Aufwand für Kontrolle, Messungen und Reparaturen. Gemäss Angaben einzelner EVU kann mit einem Kostenansatz von 2'500 CHF pro Station gerechnet.

## 6.2 Äussere Erschliessung

### 6.2.1 Investitionskosten

#### a) Regionales Verteilnetz (16kV), Zuleitung zum regionalen Verteilnetz, Zubringerleitung vom Unterwerk ins Versorgungsgebiet

Nicht nur die Art der Leitung (Kabel- oder Freileitung), sondern auch die Topographie sowie der Baugrund haben einen grossen Einfluss auf die Höhe der Erstellungskosten:

- Bei Kabelleitungen im Belag liegen die Kostensätze pro Laufmeter zwischen rund 250 bis 600 CHF
- Bei Freileitungen ist mit Kosten zwischen 140 bis 345 CHF pro Laufmeter zu rechnen.

Obwohl die Erstellungskosten von Kabelleitungen im Durchschnitt wesentlich höher sind als bei Freileitungen werden im regionalen Verteilnetz hauptsächlich Kabelleitungen eingesetzt. Dies hängt einerseits mit der Tatsache zusammen, dass Kabelleitungen im Unterhalt wesentlich kostengünstiger als Freileitungen sind. Sicherlich spielt aber auch der Umstand eine Rolle, dass Freileitungen in der Bevölkerung in vermehrtem Masse auf mangelnde Akzeptanz stossen.

Gesamtschweizerische Angaben zum Verhältnis zwischen Frei- und Kabelleitung im regionalen Verteilnetz liegen uns nicht vor. Bei den von uns kontaktierten EVU liegt der Anteil der Freileitungen nur noch zwischen 15% bis 45% am gesamten Mittelspannungsnetz, Tendenz eindeutig abnehmend.

Basierend auf diesen Überlegungen gehen wir für das regionale Verteilnetz von einem **durchschnittlichen Kostensatz von 290 CHF pro Laufmeter** aus. Auf eine Differenzierung nach Ortstyp wird verzichtet.

#### b) Unterwerk

Bei den Kosten für die Erstellung eines Unterwerkes kann zwischen folgenden Kostenbestandteilen differenziert werden:

- Gebäude inkl. Land
- Elektromechanischer Teil
- Elektronik Steuern

Die Kosten hängen ähnlich wie bei den Trafostation von der Dimensionierung des Unterwerkes ab. Die Dimensionierung ergibt sich aufgrund des Leistungsbedarfs im Versorgungsgebiet. Die nachstehenden Kostensätze für die einzelnen Anlagenteile basieren auf Angaben verschiedener EVU.

**Tabelle B6-8: Investitionskosten für Unterwerk, in CHF /Stk.**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Gebäude inkl. Land	3'000'000	3'000'000	2'500'000	2'500'000
Elektromechanik	4'200'000	4'200'000	3'600'000	3'600'000
Elektronik / Steuerung	2'800'000	2'800'000	2'400'000	2'400'000

Im Ersatzfall ist davon auszugehen, dass die elektromechanischen Teile sowie Elektronik und Steuerung vollständig ausgewechselt werden. Demgegenüber fallen für die Instandstellung des Gebäudes im erstmaligen Ersatzzyklus von geringeren Kosten als bei der Erst-Investition an. Für die Ermittlung der langfristigen Grenzkosten wurde (wie beim Trafogebäude) der Mittelwert aus Erstinvestition und der erstmaligen Ersatz-Investition verwendet.

**Tabelle B6-9: Ersatz-Investition für den Gebäudeteil des Unterwerkes beim erstmaligen Erneuerungszyklus, in CHF / Stk.**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Instandstellung Gebäude	300'000	300'000	250'000	250'000

## 6.2.2 Nutzungsdauern

Für die Anlagen im regionalen Verteilnetz wird von den nachstehenden Nutzungsdauern ausgegangen.

**Tabelle B6-10: Nutzungsdauer in Jahren**

	Nutzungsdauer
Regionales Verteilnetz (Mittelspannung)	50
Unterwerk	
– Gebäude	40
– Elektromechnik	25
– Elektronik / Steuerung	15

### 6.2.3 Betrieb und Unterhalt

#### a) Regionales Verteilnetz (16kV), Zuleitung zum regionalen Verteilnetz, Zubringerleitung vom Unterwerk ins Versorgungsgebiet

Wie beim lokalen Verteilnetz wird auch beim regionalen Verteilnetz für die Behebung von Störungen, für allgemeine Arbeiten im Netzbau und für den Pikettdienst ein durchschnittlicher Kostensatz pro Laufmeter Leitung angesetzt. Der Betrag beläuft gemäss Angaben einzelner EVU auf ca. **2.5 CHF pro Meter und Jahr**.

#### b) Unterwerk

Die Betriebs- und Unterhaltskosten werden nach Grösse des Unterwerks resp. Ortstyp abgestuft. Die Angaben beruhen auf Erfahrungswerten einzelner EVU.

**Tabelle B6-11: Kosten für Betrieb und Unterhalt eines Unterwerkes pro Jahr, in CHF**

	Stadt	Agglo	RegZent	RandGem
Ausgangswert	125'000	125'000	110'000	110'000

#### c) Netzdienstleistung und Verwaltungskosten

Nebst den bisher erwähnten Kosten für Unterhalt und Betrieb der verschiedenen Anlagenteile im lokalen und regionalen Netz fallen weitere Aufwendungen vor allem für die Systemdienstleistung bzw. Steuerung des gesamten Netzes an. Dazu zählen z.B. folgende Aktivitäten:

- Netzregelung inkl. Bereitstellung von Regelleistung und -Energie
- Spannungshaltung
- Fahrplanverwaltung
- betriebliche Messungen
- Schwarzstart- / Inselbetriebsfähigkeit
- Ausgleich der Wirkverluste
- usw.

Die Kosten für diese Netzdienstleistungen belaufen sich gemäss Angaben verschiedener EVU auf 1.5 bis 3.5 Rp. pro kWh. Für unsere Berechnungen wird von einem Kostensatz von **2.5 Rp./kWh** ausgegangen.

## **Anhang C: Ergebnisse**



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Abwasserentsorgung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Ergebnisse in CHF total.....	1
1.2	Ergebnisse in CHF pro EinwohnerIn .....	3
1.3	Ergebnisse in CHF pro Wohneinheit (WE) .....	5
<b>2</b>	<b>Wasserversorgung</b> .....	<b>7</b>
2.1	Ergebnisse in CHF total.....	7
2.2	Ergebnisse in CHF pro EinwohnerIn .....	9
2.3	Ergebnisse in CHF pro Wohneinheit (WE) .....	11
<b>3</b>	<b>Verkehr: Strasseninfrastruktur</b> .....	<b>13</b>
3.1	Ergebnisse in CHF total.....	13
3.2	Ergebnisse in CHF pro EinwohnerIn .....	15
3.3	Ergebnisse in CHF pro Wohneinheit (WE) .....	17
<b>4</b>	<b>Stromversorgung</b> .....	<b>19</b>
4.1	Ergebnisse in CHF total.....	19
4.2	Ergebnisse in CHF pro EinwohnerIn .....	21
4.3	Ergebnisse in CHF pro Wohneinheit (WE) .....	23



# 1 Abwasserentsorgung

## 1.1 Ergebnisse in CHF total

**Tabelle C1-1: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Abwasser)**

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF total		Stadt					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	2'994	1'309	1'434	2'101	1'746
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	321	307	381	224	308
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	2'799	7'829	12'057	15'099	29'513	18'954
	Kosten Betrieb / Unterhalt	445	1'040	1'808	2'289	8'382	4'208
Total		3'781	12'184	15'480	19'202	40'219	25'215

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF total		Agglo					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	2'994	1'309	1'434	2'101	1'773
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	321	307	381	224	308
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	2'626	7'355	11'325	14'238	28'308	15'464
	Kosten Betrieb / Unterhalt	445	1'040	1'808	2'289	8'382	3'361
Total		3'608	11'711	14'749	18'341	39'014	20'906

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF total		RegZen					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	2'994	1'309	1'434	2'101	1'820
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	321	307	381	224	333
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	2'027	7'154	12'196	15'664	43'140	11'820
	Kosten Betrieb / Unterhalt	477	1'419	2'634	3'396	13'040	2'522
Total		3'041	11'888	16'446	20'874	58'505	16'496

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF total		RandGem					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	2'994	1'309	1'434	2'101	1'876
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	321	307	381	224	288
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'641	7'797	14'719	19'241	65'076	10'667
	Kosten Betrieb / Unterhalt	540	2'167	4'267	5'583	22'244	3'066
Total		2'718	13'280	20'602	26'638	89'644	15'896

\* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

**Tabelle C1-2: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Abwasser)**

<b>Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen</b>		<b>Stadt</b>				
<b>CHF total</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	2'994	1'309	1'434	2'101
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	321	307	381	224
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'713	5'008	7'945	10'002	21'498
	Kosten Betrieb / Unterhalt	443	1'021	1'766	2'233	8'147
Total		2'694	9'344	11'326	14'050	31'970

<b>Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen</b>		<b>Agglo</b>				
<b>CHF total</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	2'994	1'309	1'434	2'101
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	321	307	381	224
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'584	4'707	7'471	9'442	20'681
	Kosten Betrieb / Unterhalt	443	1'021	1'766	2'233	8'147
Total		2'565	9'043	10'853	13'490	31'162

<b>Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen</b>		<b>RegZen</b>				
<b>CHF total</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	2'994	1'309	1'434	2'101
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	321	307	381	224
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'525	5'190	8'847	11'302	30'085
	Kosten Betrieb / Unterhalt	465	1'281	2'333	2'993	11'343
Total		2'527	9'786	12'796	16'109	43'753

<b>Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen</b>		<b>RandGem</b>				
<b>CHF total</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	2'994	1'309	1'434	2'101
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	321	307	381	224
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'491	6'013	10'827	14'028	43'138
	Kosten Betrieb / Unterhalt	516	1'879	3'640	4'742	18'706
Total		2'544	11'208	16'082	20'585	64'169

**Tabelle C1-3: Langfristige Grenzkosten „Auffüllen/Verdichten“ (Abwasser)**

<b>Langfr. Grenzkosten Verdichten</b>		<b>Stadt</b>				
<b>CHF total</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	981	1'309	1'434	445
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	113	307	381	94
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	78	919	2'004	2'684	11'297
	Kosten Betrieb / Unterhalt	92	662	1'399	1'861	7'705
Total		706	2'675	5'019	6'359	19'541

<b>Langfr. Grenzkosten Verdichten</b>		<b>Agglo</b>				
<b>CHF total</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	981	1'309	1'434	445
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	113	307	381	94
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	78	919	2'004	2'684	11'297
	Kosten Betrieb / Unterhalt	92	662	1'399	1'861	7'705
Total		706	2'675	5'019	6'359	19'541

<b>Langfr. Grenzkosten Verdichten</b>		<b>RegZen</b>				
<b>CHF total</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	981	1'309	1'434	445
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	113	307	381	94
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	147	1'746	3'810	5'103	21'476
	Kosten Betrieb / Unterhalt	112	900	1'918	2'555	10'629
Total		796	3'741	7'344	9'473	32'644

<b>Langfr. Grenzkosten Verdichten</b>		<b>RandGem</b>				
<b>CHF total</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	981	1'309	1'434	445
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	113	307	381	94
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	242	2'871	6'264	8'389	35'303
	Kosten Betrieb / Unterhalt	160	1'477	3'176	4'240	17'719
Total		940	5'442	11'055	14'443	53'562

## 1.2 Ergebnisse in CHF pro EinwohnerIn

**Tabelle C1-4: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Abwasser)**

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		Stadt					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	97	19	16	6	19.5
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	10	5	4	1	3.6
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'076	254	179	168	78	149.5
	Kosten Betrieb / Unterhalt	171	34	27	25	22	25.9
Total		1'454	396	230	213	106	198.4

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		Agglo					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	97	19	16	6	29.2
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	10	5	4	1	4.7
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'010	239	169	158	75	166.6
	Kosten Betrieb / Unterhalt	171	34	27	25	22	28.5
Total		1'388	380	219	204	103	229.0

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		RegZen					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	97	19	16	6	42.8
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	10	5	4	1	6.4
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	779	232	181	174	114	202.3
	Kosten Betrieb / Unterhalt	183	46	39	38	34	42.8
Total		1'169	386	245	232	154	294.4

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		RandGem					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	97	19	16	6	74.2
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	10	5	4	1	10.0
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	631	253	219	214	172	293.7
	Kosten Betrieb / Unterhalt	208	70	64	62	59	87.7
Total		1'046	431	307	296	237	465.7

\* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

**Tabelle C1-5: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Abwasser)**

Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		Stadt				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	97	19	16	6
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	10	5	4	1
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	659	163	118	111	57
	Kosten Betrieb / Unterhalt	170	33	26	25	22
Total		1'036	303	169	156	84

Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		Agglo				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	97	19	16	6
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	10	5	4	1
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	609	153	111	105	55
	Kosten Betrieb / Unterhalt	170	33	26	25	22
Total		986	294	162	150	82

Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		RegZen				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	97	19	16	6
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	10	5	4	1
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	586	169	132	126	79
	Kosten Betrieb / Unterhalt	179	42	35	33	30
Total		972	318	190	179	116

Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		RandGem				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	97	19	16	6
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	10	5	4	1
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	573	195	161	156	114
	Kosten Betrieb / Unterhalt	198	61	54	53	49
Total		978	364	239	229	169

**Tabelle C1-6: Langfristige Grenzkosten „Auffüllen/Verdichten“ (Abwasser)**

Langfr. Grenzkosten Verdichten CHF pro EinwohnerIn		Stadt				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	32	19	16	1
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	4	5	4	0
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	30	30	30	30	30
	Kosten Betrieb / Unterhalt	35	22	21	21	20
Total		272	87	75	71	52

Langfr. Grenzkosten Verdichten CHF pro EinwohnerIn		Agglo				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	32	19	16	1
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	4	5	4	0
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	30	30	30	30	30
	Kosten Betrieb / Unterhalt	35	22	21	21	20
Total		272	87	75	71	52

Langfr. Grenzkosten Verdichten CHF pro EinwohnerIn		RegZen				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	32	19	16	1
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	4	5	4	0
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	57	57	57	57	57
	Kosten Betrieb / Unterhalt	43	29	29	28	28
Total		306	121	109	105	86

Langfr. Grenzkosten Verdichten CHF pro EinwohnerIn		RandGem				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	181	32	19	16	1
	Kosten Betrieb / Unterhalt	26	4	5	4	0
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	93	93	93	93	93
	Kosten Betrieb / Unterhalt	62	48	47	47	47
Total		362	177	165	160	141

### 1.3 Ergebnisse in CHF pro Wohneinheit (WE)

**Tabelle C1-7: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Abwasser)**

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF / WE		Stadt					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	272	62	32	8	48
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	29	15	8	1	9
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	2'799	712	574	336	117	342
	Kosten Betrieb / Unterhalt	445	95	86	51	33	56
Total		3'781	1'108	737	427	159	455

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF / WE		Agglo					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	272	62	32	8	78
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	29	15	8	1	13
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	2'626	669	539	316	112	423
	Kosten Betrieb / Unterhalt	445	95	86	51	33	70
Total		3'608	1'065	702	408	155	583

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF / WE		RegZen					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	272	62	32	8	118
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	29	15	8	1	17
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	2'027	650	581	348	171	541
	Kosten Betrieb / Unterhalt	477	129	125	75	52	114
Total		3'041	1'081	783	464	232	790

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF / WE		RandGem					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	272	62	32	8	203
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	29	15	8	1	27
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'641	709	701	428	258	804
	Kosten Betrieb / Unterhalt	540	197	203	124	88	239
Total		2'718	1'207	981	592	355	1'274

\* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

**Tabelle C1-8: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Abwasser)**

Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF / WE		Stadt				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	272	62	32	8
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	29	15	8	1
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'713	455	378	222	85
	Kosten Betrieb / Unterhalt	443	93	84	50	32
Total		2'694	849	539	312	127

Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF / WE		Agglo				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	272	62	32	8
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	29	15	8	1
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'584	428	356	210	82
	Kosten Betrieb / Unterhalt	443	93	84	50	32
Total		2'565	822	517	300	123

Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF / WE		RegZen				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	272	62	32	8
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	29	15	8	1
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'525	472	421	251	119
	Kosten Betrieb / Unterhalt	465	116	111	67	45
Total		2'527	890	609	358	173

Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF / WE		RandGem				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	272	62	32	8
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	29	15	8	1
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'491	547	516	312	171
	Kosten Betrieb / Unterhalt	516	171	173	105	74
Total		2'544	1'019	766	457	254

**Tabelle C1-9: Langfristige Grenzkosten „Auffüllen/Verdichten“ (Abwasser)**

Langfr. Grenzkosten Verdichten CHF / WE		Stadt				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	89	62	32	2
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	10	15	8	0
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	78	84	95	60	45
	Kosten Betrieb / Unterhalt	92	60	67	41	31
Total		706	243	239	141	77

Langfr. Grenzkosten Verdichten CHF / WE		Agglo				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	89	62	32	2
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	10	15	8	0
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	78	84	95	60	45
	Kosten Betrieb / Unterhalt	92	60	67	41	31
Total		706	243	239	141	77

Langfr. Grenzkosten Verdichten CHF / WE		RegZen				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	89	62	32	2
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	10	15	8	0
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	147	159	181	113	85
	Kosten Betrieb / Unterhalt	112	82	91	57	42
Total		796	340	350	211	129

Langfr. Grenzkosten Verdichten CHF / WE		RandGem				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	470	89	62	32	2
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	10	15	8	0
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	242	261	298	186	140
	Kosten Betrieb / Unterhalt	160	134	151	94	70
Total		940	495	526	321	212

## 2 Wasserversorgung

### 2.1 Ergebnisse in CHF total

**Tabelle C2-1: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Wasser)**

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF total		Stadt					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	534	5'339	6'712	4'645	6'728	5'764
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	110	94
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	2'010	4'620	5'984	7'295	12'632	8'686
	Kosten Betrieb / Unterhalt	175	2'074	4'524	6'059	25'498	12'181
Total pro Siedlungstyp		2'729	12'192	17'290	18'079	44'968	26'725

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF total		Agglo					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	2'010	4'620	5'937	7'295	12'632	7'661
	Kosten Betrieb / Unterhalt	175	2'074	4'524	6'059	25'498	9'481
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	2'010	4'620	5'937	7'295	12'632	7'661
	Kosten Betrieb / Unterhalt	175	2'074	4'524	6'059	25'498	9'481
Total pro Siedlungstyp		4'370	13'386	20'922	26'708	76'260	34'283

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF total		RegZen					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	534	5'339	6'712	4'645	6'728	5'505
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	110	98
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'903	4'697	6'493	8'011	17'059	6'444
	Kosten Betrieb / Unterhalt	81	961	2'098	2'810	11'823	1'993
Total pro Siedlungstyp		2'528	11'157	15'374	15'545	35'720	14'039

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF total		RandGem					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	534	5'339	6'712	4'645	6'728	4'926
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	110	99
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'582	4'542	6'913	8'767	23'574	5'443
	Kosten Betrieb / Unterhalt	81	961	2'098	2'810	11'823	1'448
Total pro Siedlungstyp		2'207	11'003	15'793	16'301	42'236	11'916

\* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

**Tabelle C2-2: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Wasser)**

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF total		Stadt				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	534	5'339	6'712	4'645	6'728
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	110
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'997	4'469	5'655	6'855	10'778
	Kosten Betrieb / Unterhalt	175	2'074	4'524	6'059	25'498
Total pro Siedlungstyp		2'716	12'042	16'961	17'638	43'114

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF total		Agglo				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	534	5'339	6'712	4'645	6'728
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	110
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'997	4'469	5'608	6'855	10'778
	Kosten Betrieb / Unterhalt	175	2'074	4'524	6'059	25'498
Total pro Siedlungstyp		2'716	12'042	16'914	17'638	43'114

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF total		RegZen				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	534	5'339	6'712	4'645	6'728
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	110
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'862	4'211	5'435	6'594	11'093
	Kosten Betrieb / Unterhalt	81	961	2'098	2'810	11'823
Total pro Siedlungstyp		2'487	10'672	14'315	14'128	29'754

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF total		RandGem				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	534	5'339	6'712	4'645	6'728
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	110
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'513	3'726	5'131	6'381	13'532
	Kosten Betrieb / Unterhalt	81	961	2'098	2'810	11'823
Total pro Siedlungstyp		2'138	10'187	14'011	13'915	32'193

**Tabelle C2-3: Langfristige Grenzkosten „Auffüllen/Verdichten“ (Wasser)**

Langfristige Grenzkosten Verdichten CHF total		Stadt				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	534	2'398	6'351	4'283	3'783
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10	110	30	40	70
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'997	288	629	842	3'544
	Kosten Betrieb / Unterhalt	175	2'074	4'524	6'059	25'498
Total pro Siedlungstyp		2'716	4'870	11'534	11'224	32'896

Langfristige Grenzkosten Verdichten CHF total		Agglo				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	534	2'398	6'351	4'283	3'783
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10	110	30	40	70
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'997	288	629	842	3'544
	Kosten Betrieb / Unterhalt	175	2'074	4'524	6'059	25'498
Total pro Siedlungstyp		2'716	4'870	11'534	11'224	32'896

Langfristige Grenzkosten Verdichten CHF total		RegZen				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	534	2'398	6'351	4'283	3'783
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10	110	30	40	70
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'862	360	785	1'051	4'423
	Kosten Betrieb / Unterhalt	81	961	2'098	2'810	11'823
Total pro Siedlungstyp		2'487	3'829	9'264	8'184	20'099

Langfristige Grenzkosten Verdichten CHF total		RandGem				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	534	2'398	6'351	4'283	3'783
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10	110	30	40	70
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'513	673	1'467	1'965	8'271
	Kosten Betrieb / Unterhalt	81	961	2'098	2'810	11'823
Total pro Siedlungstyp		2'138	4'142	9'946	9'098	23'947

## 2.2 Ergebnisse in CHF pro EinwohnerIn

**Tabelle C2-4: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Wasser)**

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF pro EinwohnerIn		Stadt					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205	173	100	52	18	57.9
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	5.2	1.0	0.9	0.3	1.0
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	773	150	89	81	33	74.3
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	67	67	67	67	67.3
Total pro EinwohnerIn		1'050	396	257	201	119	201

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF pro EinwohnerIn		Agglo					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205	173	100	52	18	78.7
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	5.2	1.0	0.9	0.3	1.5
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	773	150	88	81	33	92.8
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	67	67	67	67	67.3
Total pro EinwohnerIn		1'050	396	257	201	119	240

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF pro EinwohnerIn		RegZen					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205	173	100	52	18	105.5
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	5.2	1.0	0.9	0.3	2.2
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	732	152	97	89	45	119.4
	Kosten Betrieb / Unterhalt	31	31	31	31	31	31.2
Total pro EinwohnerIn		972	362	229	173	94	258

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF pro EinwohnerIn		RandGem					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205	173	100	52	18	137.8
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	5.2	1.0	0.9	0.3	3.1
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	608	147	103	97	62	195.7
	Kosten Betrieb / Unterhalt	31	31	31	31	31	31.2
Total pro EinwohnerIn		849	357	235	181	112	368

\* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

**Tabelle C2-5: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Wasser)**

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF pro EinwohnerIn		Stadt				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205	173	100	52	18
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	5.2	1.0	0.9	0.3
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	768	145	84	76	28
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	67	67	67	67
Total pro EinwohnerIn		1'045	391	252	196	114

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF pro EinwohnerIn		Agglo				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205	173	100	52	18
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	5.2	1.0	0.9	0.3
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	768	145	83	76	28
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67	67	67	67	67
Total pro EinwohnerIn		1'045	391	252	196	114

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF pro EinwohnerIn		RegZen				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205	173	100	52	18
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	5.2	1.0	0.9	0.3
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	716	137	81	73	29
	Kosten Betrieb / Unterhalt	31	31	31	31	31
Total pro EinwohnerIn		957	346	213	157	79

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF pro EinwohnerIn		RandGem				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205	173	100	52	18
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	5.2	1.0	0.9	0.3
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	582	121	76	71	36
	Kosten Betrieb / Unterhalt	31	31	31	31	31
Total pro EinwohnerIn		822	331	209	155	85

**Tabelle C2-6: Langfristige Grenzkosten „Auffüllen/Verdichten“ (Wasser)**

Langfristige Grenzkosten Verdichten CHF pro EinwohnerIn bzw. m <sup>3</sup>		Stadt				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205.3	77.9	94.5	47.6	10.0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	3.6	0.4	0.4	0.2
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	768.1	9.4	9.4	9.4	9.4
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3
Total pro EinwohnerIn		1'044.7	158.1	171.6	124.7	86.9

Langfristige Grenzkosten Verdichten CHF pro EinwohnerIn bzw. m <sup>3</sup>		Agglo				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205.3	77.9	94.5	47.6	10.0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	3.6	0.4	0.4	0.2
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	768.1	9.4	9.4	9.4	9.4
	Kosten Betrieb / Unterhalt	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3
Total pro EinwohnerIn		1'044.7	158.1	171.6	124.7	86.9

Langfristige Grenzkosten Verdichten CHF pro EinwohnerIn bzw. m <sup>3</sup>		RegZen				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205.3	77.9	94.5	47.6	10.0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	3.6	0.4	0.4	0.2
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	716.3	11.7	11.7	11.7	11.7
	Kosten Betrieb / Unterhalt	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2
Total pro EinwohnerIn		956.7	124.3	137.9	90.9	53.1

Langfristige Grenzkosten Verdichten CHF pro EinwohnerIn bzw. m <sup>3</sup>		RandGem				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	205.3	77.9	94.5	47.6	10.0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3.8	3.6	0.4	0.4	0.2
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	581.9	21.8	21.8	21.8	21.8
	Kosten Betrieb / Unterhalt	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2
Total pro EinwohnerIn		822.3	134.5	148.0	101.1	63.2

## 2.3 Ergebnisse in CHF pro Wohneinheit (WE)

**Tabelle C2-7: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Wasser)**

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF pro WE		Stadt					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	533.9	485.4	319.6	103.2	26.6	144.7
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10.0	14.5	3.3	1.8	0.4	2.5
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	2'009.9	420.0	284.9	162.1	50.0	172.8
	Kosten Betrieb / Unterhalt	175.0	188.5	215.4	134.6	101.0	141.5
CHF pro Wohneinheit		2'728.8	1'108.4	823.3	401.7	178.1	461.6

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF pro WE		Agglo					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	533.9	485.4	319.6	103.2	26.6	213.9
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10.0	14.5	3.3	1.8	0.4	4.0
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	2'009.9	420.0	282.7	162.1	50.0	238.3
	Kosten Betrieb / Unterhalt	175.0	188.5	215.4	134.6	101.0	159.7
CHF pro Wohneinheit		2'728.8	1'108.4	821.1	401.7	178.1	615.9

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF pro WE		RegZen					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	533.9	485.4	319.6	103.2	26.6	294.3
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10.0	14.5	3.3	1.8	0.4	6.1
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'903.3	427.0	309.2	178.0	67.6	320.8
	Kosten Betrieb / Unterhalt	81.2	87.4	99.9	62.4	46.8	82.9
CHF pro Wohneinheit		2'528.3	1'014.3	732.1	345.5	141.5	704.1

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF pro WE		RandGem					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	533.9	485.4	319.6	103.2	26.6	385.6
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10.0	14.5	3.3	1.8	0.4	8.6
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'581.9	413.0	329.2	194.8	93.4	530.4
	Kosten Betrieb / Unterhalt	81.2	87.4	99.9	62.4	46.8	86.5
CHF pro Wohneinheit		2'206.9	1'000.3	752.1	362.3	167.3	1'011.1

\* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

**Tabelle C2-8: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Wasser)**

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF / WE		Stadt				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	533.9	485.4	319.6	103.2	26.6
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10.0	14.5	3.3	1.8	0.4
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'997.2	406.3	269.3	152.3	42.7
	Kosten Betrieb / Unterhalt	175.0	188.5	215.4	134.6	101.0
CHF pro Wohneinheit		2'716.1	1'094.7	807.7	392.0	170.7

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF / WE		Agglo				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	533.9	485.4	319.6	103.2	26.6
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10.0	14.5	3.3	1.8	0.4
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'997.2	406.3	267.0	152.3	42.7
	Kosten Betrieb / Unterhalt	175.0	188.5	215.4	134.6	101.0
CHF pro Wohneinheit		2'716.1	1'094.7	805.4	392.0	170.7

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF / WE		RegZen				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	533.9	485.4	319.6	103.2	26.6
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10.0	14.5	3.3	1.8	0.4
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'862.3	382.9	258.8	146.5	43.9
	Kosten Betrieb / Unterhalt	81.2	87.4	99.9	62.4	46.8
CHF pro Wohneinheit		2'487.3	970.2	681.7	314.0	117.8

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF / WE		RandGem				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	533.9	485.4	319.6	103.2	26.6
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10.0	14.5	3.3	1.8	0.4
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'512.9	338.7	244.4	141.8	53.6
	Kosten Betrieb / Unterhalt	81.2	87.4	99.9	62.4	46.8
CHF pro Wohneinheit		2'138.0	926.1	667.2	309.2	127.5

**Tabelle C2-9: Langfristige Grenzkosten „Auffüllen/Verdichten“ (Wasser)**

Langfristige Grenzkosten Verdichten CHF / WE		Stadt				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	533.9	218.0	302.4	95.2	15.0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10.0	10.0	1.4	0.9	0.3
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'997.2	26.2	29.9	18.7	14.0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	175.0	188.5	215.4	134.6	101.0
CHF pro Wohneinheit		2'716.1	442.7	549.2	249.4	130.3

Langfristige Grenzkosten Verdichten CHF / WE		Agglo				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	533.9	218.0	302.4	95.2	15.0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10.0	10.0	1.4	0.9	0.3
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'997.2	26.2	29.9	18.7	14.0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	175.0	188.5	215.4	134.6	101.0
CHF pro Wohneinheit		2'716.1	442.7	549.2	249.4	130.3

Langfristige Grenzkosten Verdichten CHF / WE		RegZen				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	533.9	218.0	302.4	95.2	15.0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10.0	10.0	1.4	0.9	0.3
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'862.3	32.7	37.4	23.4	17.5
	Kosten Betrieb / Unterhalt	81.2	87.4	99.9	62.4	46.8
CHF pro Wohneinheit		2'487.3	348.1	441.1	181.9	79.6

Langfristige Grenzkosten Verdichten CHF / WE		RandGem				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	533.9	218.0	302.4	95.2	15.0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	10.0	10.0	1.4	0.9	0.3
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'512.9	61.1	69.9	43.7	32.8
	Kosten Betrieb / Unterhalt	81.2	87.4	99.9	62.4	46.8
CHF pro Wohneinheit		2'138.0	376.6	473.6	202.2	94.8

### 3 Verkehr: Strasseninfrastruktur

#### 3.1 Ergebnisse in CHF total

**Tabelle C3-1: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Verkehr)**

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF total		Stadt					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'066	6'621	21'888	29'791	78'111	43'274
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'302	8'233	4'140	4'155	8'652	5'975
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	8'740	4'940	4'940	4'940	4'940	4'959
	Kosten Betrieb / Unterhalt	7'821	5'525	5'525	5'525	5'525	5'536
Total		18'929	25'319	36'493	44'411	97'228	59'744

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF total		Agglo					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'066	6'621	21'888	29'791	78'111	34'869
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'302	8'233	4'140	4'155	8'652	5'776
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	8'041	4'545	4'545	4'545	4'545	4'597
	Kosten Betrieb / Unterhalt	5'866	4'973	4'973	4'973	4'973	4'986
Total		16'274	24'372	35'546	43'463	96'280	50'229

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF total		RegZen					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'066	6'621	21'888	29'791	78'111	19'991
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'302	8'233	4'140	4'155	8'652	5'269
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	7'342	4'150	4'150	4'150	4'150	4'197
	Kosten Betrieb / Unterhalt	5'866	4'420	4'420	4'420	4'420	4'442
Total		15'575	23'424	34'598	42'516	95'333	33'899

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF total		RandGem					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'066	6'621	21'888	29'791	78'111	13'844
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'302	8'233	4'140	4'155	8'652	5'354
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	4'370	2'470	2'470	2'470	2'470	2'755
	Kosten Betrieb / Unterhalt	4'888	3'315	3'315	3'315	3'315	3'551
Total		11'626	20'639	31'813	39'731	92'548	25'503

\* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

**Tabelle C3-2: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Verkehr)**

<b>Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen</b>		<b>Stadt</b>				
<b>CHF total</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'734	10'869	22'413	30'412	82'359
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'302	8'233	4'140	4'155	8'652
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	16'429	9'949	9'949	9'949	9'949
	Kosten Betrieb / Unterhalt	9'199	6'500	6'500	6'500	6'500
Total		28'664	35'551	43'002	51'015	107'460
Landkosten	Kapitalkosten	22'761	48'681	34'641	34'236	39'906

<b>Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen</b>		<b>Agglo</b>				
<b>CHF total</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'734	10'869	22'413	30'412	82'359
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'302	8'233	4'140	4'155	8'652
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	15'254	10'612	10'612	10'612	10'612
	Kosten Betrieb / Unterhalt	6'900	5'850	5'850	5'850	5'850
Total		25'191	35'564	43'015	51'029	107'473
Landkosten	Kapitalkosten	17'703	37'863	26'943	26'628	31'038

<b>Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen</b>		<b>RegZen</b>				
<b>CHF total</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'734	10'869	22'413	30'412	82'359
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'302	8'233	4'140	4'155	8'652
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	12'844	8'470	8'470	8'470	8'470
	Kosten Betrieb / Unterhalt	6'900	5'200	5'200	5'200	5'200
Total		22'780	32'773	40'224	48'237	104'681
Landkosten	Kapitalkosten	12'645	27'045	19'245	19'020	22'170

<b>Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen</b>		<b>RandGem</b>				
<b>CHF total</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'734	10'869	22'413	30'412	82'359
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'302	8'233	4'140	4'155	8'652
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	8'954	6'187	6'187	6'187	6'187
	Kosten Betrieb / Unterhalt	5'751	3'900	3'900	3'900	3'900
Total		17'742	29'189	36'640	44'653	101'098
Landkosten	Kapitalkosten	7'587	16'227	11'547	11'412	13'302

**Tabelle C3-3: Langfristige Grenzkosten „Auffüllen/Verdichten“ (Verkehr)**

<b>Langfr. Grenzkosten Verdichten</b>		<b>Stadt</b>				
<b>CHF total</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	646	3'411	21'558	29'401	74'251
	Kosten Betrieb / Unterhalt	469	2'353	3'486	3'382	2'070
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	0	0	0	0	0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'725	975	975	975	975
Total		2'840	6'738	26'019	33'758	77'296
Landkosten	Kapitalkosten	2'835	15'525	22'545	21'600	6'750

<b>Langfr. Grenzkosten Verdichten</b>		<b>Agglo</b>				
<b>CHF total</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	646	3'411	21'558	29'401	74'251
	Kosten Betrieb / Unterhalt	469	2'353	3'486	3'382	2'070
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	0	0	0	0	0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'553	878	878	878	878
Total		2'667	6'641	25'921	33'660	77'198
Landkosten	Kapitalkosten	2'205	12'075	17'535	16'800	5'250

<b>Langfr. Grenzkosten Verdichten</b>		<b>RegZen</b>				
<b>CHF total</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	646	3'411	21'558	29'401	74'251
	Kosten Betrieb / Unterhalt	469	2'353	3'486	3'382	2'070
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	0	0	0	0	0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'380	780	780	780	780
Total		2'495	6'543	25'824	33'563	77'101
Landkosten	Kapitalkosten	1'575	8'625	12'525	12'000	3'750

<b>Langfr. Grenzkosten Verdichten</b>		<b>RandGem</b>				
<b>CHF total</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	646	3'411	21'558	29'401	74'251
	Kosten Betrieb / Unterhalt	469	2'353	3'486	3'382	2'070
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	0	0	0	0	0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'035	585	585	585	585
Total		2'150	6'348	25'629	33'368	76'906
Landkosten	Kapitalkosten	945	5'175	7'515	7'200	2'250

## 3.2 Ergebnisse in CHF pro EinwohnerIn

**Tabelle C3-4: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Verkehr)**

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		Stadt					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	410	215	326	331	206	279.3
	Kosten Betrieb / Unterhalt	501	267	62	46	23	58.7
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	3'362	160	74	55	13	67.7
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3'008	179	82	61	15	72.0
Total		7'280	822	543	493	257	477.6

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		Agglo					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	410	215	326	331	206	283.9
	Kosten Betrieb / Unterhalt	501	267	62	46	23	85.3
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	3'093	148	68	50	12	106.8
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'256	161	74	55	13	99.9
Total		6'259	791	529	483	254	575.9

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		RegZen					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	410	215	326	331	206	297.3
	Kosten Betrieb / Unterhalt	501	267	62	46	23	121.4
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	2'824	135	62	46	11	118.5
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'256	144	66	49	12	114.9
Total		5'990	761	515	472	252	652.1

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		RandGem					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	410	215	326	331	206	294.8
	Kosten Betrieb / Unterhalt	501	267	62	46	23	207.4
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'681	80	37	27	7	299.3
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'880	108	49	37	9	345.4
Total		4'471	670	473	441	244	1'147.0

\* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

**Tabelle C3-5: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Verkehr)**

Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		Stadt				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	667	353	334	338	217
	Kosten Betrieb / Unterhalt	501	267	62	46	23
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	6'319	323	148	111	26
	Kosten Betrieb / Unterhalt	3'538	211	97	72	17
Total		11'025	1'154	640	567	284
Landkosten	Kapitalkosten	8'754	1'581	515	380	105

Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		Agglo				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	667	353	334	338	217
	Kosten Betrieb / Unterhalt	501	267	62	46	23
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	5'867	345	158	118	28
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'654	190	87	65	15
Total		9'689	1'155	640	567	284
Landkosten	Kapitalkosten	6'809	1'229	401	296	82

Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		RegZen				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	667	353	334	338	217
	Kosten Betrieb / Unterhalt	501	267	62	46	23
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	4'940	275	126	94	22
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'654	169	77	58	14
Total		8'762	1'064	599	536	276
Landkosten	Kapitalkosten	4'863	878	286	211	59

Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF pro EinwohnerIn		RandGem				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	667	353	334	338	217
	Kosten Betrieb / Unterhalt	501	267	62	46	23
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	3'444	201	92	69	16
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'212	127	58	43	10
Total		6'824	948	545	496	267
Landkosten	Kapitalkosten	2'918	527	172	127	35

**Tabelle C3-6: Langfristige Grenzkosten „Auffüllen/Verdichten“ (Verkehr)**

Langfr. Grenzkosten Verdichten CHF pro EinwohnerIn		Stadt				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	248	111	321	327	196
	Kosten Betrieb / Unterhalt	180	76	52	38	5
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	0	0	0	0	0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	663	32	15	11	3
Total		1'092	219	387	375	204
Landkosten	Kapitalkosten	1'090	504	335	240	18

Langfr. Grenzkosten Verdichten CHF pro EinwohnerIn		Agglo				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	248	111	321	327	196
	Kosten Betrieb / Unterhalt	180	76	52	38	5
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	0	0	0	0	0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	597	28	13	10	2
Total		1'026	216	386	374	204
Landkosten	Kapitalkosten	848	392	261	187	14

Langfr. Grenzkosten Verdichten CHF pro EinwohnerIn		RegZen				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	248	111	321	327	196
	Kosten Betrieb / Unterhalt	180	76	52	38	5
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	0	0	0	0	0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	531	25	12	9	2
Total		960	212	384	373	204
Landkosten	Kapitalkosten	606	280	186	133	10

Langfr. Grenzkosten Verdichten CHF pro EinwohnerIn		RandGem				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	248	111	321	327	196
	Kosten Betrieb / Unterhalt	180	76	52	38	5
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	0	0	0	0	0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	398	19	9	7	2
Total		827	206	381	371	203
Landkosten	Kapitalkosten	363	168	112	80	6

### 3.3 Ergebnisse in CHF pro Wohneinheit (WE)

**Tabelle C3-7: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Verkehr)**

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF / WE		Stadt					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'066	602	1'042	662	309	607
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'302	748	197	92	34	143
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	8'740	449	235	110	20	168
	Kosten Betrieb / Unterhalt	7'821	502	263	123	22	178
Total		18'929	2'302	1'738	987	385	1'096

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF / WE		Agglo					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'066	602	1'042	662	309	690
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'302	748	197	92	34	227
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	8'041	413	216	101	18	282
	Kosten Betrieb / Unterhalt	5'866	452	237	111	20	265
Total		16'274	2'216	1'693	966	381	1'464

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF / WE		RegZen					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'066	602	1'042	662	309	784
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'302	748	197	92	34	334
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	7'342	377	198	92	16	319
	Kosten Betrieb / Unterhalt	5'866	402	210	98	18	311
Total		15'575	2'129	1'648	945	378	1'748

Durchschnittskosten best. Siedlungen CHF / WE		RandGem					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'066	602	1'042	662	309	813
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'302	748	197	92	34	568
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	4'370	225	118	55	10	789
	Kosten Betrieb / Unterhalt	4'888	301	158	74	13	912
Total		11'626	1'876	1'515	883	367	3'081

\* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

**Tabelle C3-8: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Verkehr)**

Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF / WE		Stadt				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'734	988	1'067	676	326
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'302	748	197	92	34
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	16'429	904	474	221	39
	Kosten Betrieb / Unterhalt	9'199	591	310	144	26
Total		28'664	3'232	2'048	1'134	426
Landkosten	Kapitalkosten	22'761	4'426	1'650	761	158

Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF / WE		Agglo				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'734	988	1'067	676	326
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'302	748	197	92	34
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	15'254	965	505	236	42
	Kosten Betrieb / Unterhalt	6'900	532	279	130	23
Total		25'191	3'233	2'048	1'134	426
Landkosten	Kapitalkosten	17'703	3'442	1'283	592	123

Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF / WE		RegZen				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'734	988	1'067	676	326
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'302	748	197	92	34
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	12'844	770	403	188	34
	Kosten Betrieb / Unterhalt	6'900	473	248	116	21
Total		22'780	2'979	1'915	1'072	415
Landkosten	Kapitalkosten	12'645	2'459	916	423	88

Langfr. Grenzkosten neue Siedlungen CHF / WE		RandGem				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'734	988	1'067	676	326
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'302	748	197	92	34
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	8'954	562	295	137	25
	Kosten Betrieb / Unterhalt	5'751	355	186	87	15
Total		17'742	2'654	1'745	992	400
Landkosten	Kapitalkosten	7'587	1'475	550	254	53

**Tabelle C3-9: Langfristige Grenzkosten „Auffüllen/Verdichten“ (Verkehr)**

Langfr. Grenzkosten Verdichten CHF / WE		Stadt				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	646	310	1'027	653	294
	Kosten Betrieb / Unterhalt	469	214	166	75	8
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	0	0	0	0	0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'725	89	46	22	4
Total		2'840	613	1'239	750	306
Landkosten	Kapitalkosten	2'835	1'411	1'074	480	27

Langfr. Grenzkosten Verdichten CHF / WE		Agglo				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	646	310	1'027	653	294
	Kosten Betrieb / Unterhalt	469	214	166	75	8
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	0	0	0	0	0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'553	80	42	20	3
Total		2'667	604	1'234	748	306
Landkosten	Kapitalkosten	2'205	1'098	835	373	21

Langfr. Grenzkosten Verdichten CHF / WE		RegZen				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	646	310	1'027	653	294
	Kosten Betrieb / Unterhalt	469	214	166	75	8
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	0	0	0	0	0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'380	71	37	17	3
Total		2'495	595	1'230	746	305
Landkosten	Kapitalkosten	1'575	784	596	267	15

Langfr. Grenzkosten Verdichten CHF / WE		RandGem				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	646	310	1'027	653	294
	Kosten Betrieb / Unterhalt	469	214	166	75	8
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	0	0	0	0	0
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'035	53	28	13	2
Total		2'150	577	1'220	742	305
Landkosten	Kapitalkosten	945	470	358	160	9

## 4 Stromversorgung

### 4.1 Ergebnisse in CHF total

**Tabelle C4-1: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Strom)**

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF total		Stadt					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	4'907	7'368	6'980	22'293	12'176
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	2'824	2'634	4'903	19'361	9'326
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'536	2'309	3'305	3'930	11'837	6'420
	Kosten Betrieb / Unterhalt	794	5'878	12'442	16'553	68'616	32'948
Total pro Siedlungstyp		9'677	15'918	25'749	32'365	122'106	60'870

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF total		Agglo					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	4'907	7'368	6'980	22'293	10'349
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	2'824	2'634	4'903	19'361	7'275
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'536	2'309	3'305	3'930	11'837	5'322
	Kosten Betrieb / Unterhalt	794	5'878	12'442	16'553	68'616	25'717
Total pro Siedlungstyp		9'677	15'918	25'749	32'365	122'106	48'662

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF total		RegZen					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	4'907	7'368	6'980	22'293	6'490
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	2'824	2'634	4'903	19'361	3'483
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'590	2'939	4'681	5'772	19'590	4'520
	Kosten Betrieb / Unterhalt	807	6'032	12'777	17'002	70'507	12'154
Total pro Siedlungstyp		9'743	16'702	27'460	34'657	131'750	26'647

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF total		RandGem					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	4'907	7'368	6'980	22'293	5'916
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	2'824	2'634	4'903	19'361	3'061
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'723	4'517	8'124	10'383	38'995	6'060
	Kosten Betrieb / Unterhalt	838	6'402	13'584	18'082	75'052	9'474
Total pro Siedlungstyp		9'908	18'650	31'710	40'348	155'700	24'511

\* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

**Tabelle C4-2: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Strom)**

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung		Stadt				
CHF total		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	4'907	7'368	6'980	22'293
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	2'824	2'634	4'903	19'361
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'536	2'309	3'305	3'930	11'837
	Kosten Betrieb / Unterhalt	794	5'878	12'442	16'553	68'616
Total pro Siedlungstyp		9'677	15'918	25'749	32'365	122'106

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung		Agglo				
CHF total		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	4'907	7'368	6'980	22'293
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	2'824	2'634	4'903	19'361
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'536	2'309	3'305	3'930	11'837
	Kosten Betrieb / Unterhalt	794	5'878	12'442	16'553	68'616
Total pro Siedlungstyp		9'677	15'918	25'749	32'365	122'106

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung		RegZen				
CHF total		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	4'907	7'368	6'980	22'293
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	2'824	2'634	4'903	19'361
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'590	2'939	4'681	5'772	19'590
	Kosten Betrieb / Unterhalt	807	6'032	12'777	17'002	70'507
Total pro Siedlungstyp		9'743	16'702	27'460	34'657	131'750

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung		RandGem				
CHF total		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	4'907	7'368	6'980	22'293
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	2'824	2'634	4'903	19'361
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'723	4'517	8'124	10'383	38'995
	Kosten Betrieb / Unterhalt	838	6'402	13'584	18'082	75'052
Total pro Siedlungstyp		9'908	18'650	31'710	40'348	155'700

**Tabelle C4-3: Langfristige Grenzkosten „Auffüllen/Verdichten“ (Strom)**

Langfristige Grenzkosten Verdichten		Stadt				
CHF total		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	2'473	4'784	2'413	9'515
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	2'199	2'009	3'653	16'861
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'536	843	1'840	2'465	10'372
	Kosten Betrieb / Unterhalt	794	5'553	12'117	16'228	68'291
Total pro Siedlungstyp		9'677	11'069	20'750	24'758	105'039

Langfristige Grenzkosten Verdichten		Agglo				
CHF total		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	2'473	4'784	2'413	9'515
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	2'199	2'009	3'653	16'861
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'536	843	1'840	2'465	10'372
	Kosten Betrieb / Unterhalt	794	5'553	12'117	16'228	68'291
Total pro Siedlungstyp		9'677	11'069	20'750	24'758	105'039

Langfristige Grenzkosten Verdichten		RegZen				
CHF total		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	2'473	4'784	2'413	9'515
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	2'199	2'009	3'653	16'861
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'590	1'474	3'216	4'307	18'125
	Kosten Betrieb / Unterhalt	807	5'707	12'452	16'677	70'182
Total pro Siedlungstyp		9'743	11'854	22'461	27'050	114'683

Langfristige Grenzkosten Verdichten		RandGem				
CHF total		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	2'473	4'784	2'413	9'515
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	2'199	2'009	3'653	16'861
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'723	3'052	6'659	8'918	37'530
	Kosten Betrieb / Unterhalt	838	6'077	13'259	17'757	74'727
Total pro Siedlungstyp		9'908	13'801	26'710	32'741	138'633

## 4.2 Ergebnisse in CHF pro EinwohnerIn

**Tabelle C4-4: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Strom)**

<b>Durchschnittskosten bestehende Siedlung</b>		Stadt					im Ø*
<b>CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh</b>		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	159	110	78	59	91
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	92	39	54	51	58
	CHF/kWh	0.41	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	591	75	49	44	31	45
	Kosten Betrieb / Unterhalt	305	191	185	184	181	184
	CHF/kWh	0.13	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
Total pro EinwohnerIn		3'722	517	383	360	322	379
CHF/kWh		0.53	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05

<b>Durchschnittskosten bestehende Siedlung</b>		Agglo					im Ø*
<b>CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh</b>		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	159	110	78	59	121
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	92	39	54	51	69
	CHF/kWh	0.41	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	591	75	49	44	31	55
	Kosten Betrieb / Unterhalt	305	191	185	184	181	186
	CHF/kWh	0.13	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
Total pro EinwohnerIn		3'722	517	383	360	322	432
CHF/kWh		0.53	0.07	0.06	0.05	0.05	0.06

<b>Durchschnittskosten bestehende Siedlung</b>		RegZen					im Ø*
<b>CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh</b>		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	159	110	78	59	138
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	92	39	54	51	75
	CHF/kWh	0.41	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	611	95	70	64	52	83
	Kosten Betrieb / Unterhalt	310	196	190	189	186	193
	CHF/kWh	0.13	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04
Total pro EinwohnerIn		3'747	542	409	385	348	489
CHF/kWh		0.54	0.08	0.06	0.06	0.05	0.07

<b>Durchschnittskosten bestehende Siedlung</b>		RandGem					im Ø*
<b>CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh</b>		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	159	110	78	59	376
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	92	39	54	51	213
	CHF/kWh	0.41	0.04	0.02	0.02	0.02	0.08
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	663	147	121	115	103	212
	Kosten Betrieb / Unterhalt	322	208	202	201	198	222
	CHF/kWh	0.14	0.05	0.05	0.05	0.04	0.06
Total pro EinwohnerIn		3'811	606	472	448	411	1'023
CHF/kWh		0.55	0.09	0.07	0.06	0.06	0.15

\* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

**Tabelle C4-5: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Strom)**

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh		Stadt				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	159	110	78	59
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	92	39	54	51
	CHF/kWh	0.41	0.04	0.02	0.02	0.02
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	591	75	49	44	31
	Kosten Betrieb / Unterhalt	305	191	185	184	181
	CHF/kWh	0.13	0.04	0.03	0.03	0.03
Total pro EinwohnerIn		3'722	517	383	360	322
CHF/kWh		0.53	0.07	0.06	0.05	0.05

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh		Agglo				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	159	110	78	59
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	92	39	54	51
	CHF/kWh	0.41	0.04	0.02	0.02	0.02
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	591	75	49	44	31
	Kosten Betrieb / Unterhalt	305	191	185	184	181
	CHF/kWh	0.13	0.04	0.03	0.03	0.03
Total pro EinwohnerIn		3'722	517	383	360	322
CHF/kWh		0.53	0.07	0.06	0.05	0.05

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh		RegZen				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	159	110	78	59
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	92	39	54	51
	CHF/kWh	0.41	0.04	0.02	0.02	0.02
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	611	95	70	64	52
	Kosten Betrieb / Unterhalt	310	196	190	189	186
	CHF/kWh	0.13	0.04	0.04	0.04	0.03
Total pro EinwohnerIn		3'747	542	409	385	348
CHF/kWh		0.54	0.08	0.06	0.06	0.05

Langfristige Grenzkosten neue Siedlung CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh		RandGem				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	159	110	78	59
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	92	39	54	51
	CHF/kWh	0.41	0.04	0.02	0.02	0.02
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	663	147	121	115	103
	Kosten Betrieb / Unterhalt	322	208	202	201	198
	CHF/kWh	0.14	0.05	0.05	0.05	0.04
Total pro EinwohnerIn		3'811	606	472	448	411
CHF/kWh		0.55	0.09	0.07	0.06	0.06

**Tabelle C4-6: Langfristige Grenzkosten „Auffüllen/Verdichten“ (Strom)**

Langfristige Grenzkosten Verdichten CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh		Stadt				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	80	71	27	25
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	71	30	41	45
	CHF/kWh	0.41	0.02	0.01	0.01	0.01
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	591	27	27	27	27
	Kosten Betrieb / Unterhalt	305	180	180	180	180
	CHF/kWh	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03
Total pro EinwohnerIn		3'722	359	309	275	277
CHF/kWh		0.53	0.05	0.04	0.04	0.04

Langfristige Grenzkosten Verdichten CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh		Agglo				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	80	71	27	25
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	71	30	41	45
	CHF/kWh	0.41	0.02	0.01	0.01	0.01
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	591	27	27	27	27
	Kosten Betrieb / Unterhalt	305	180	180	180	180
	CHF/kWh	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03
Total pro EinwohnerIn		3'722	359	309	275	277
CHF/kWh		0.53	0.05	0.04	0.04	0.04

Langfristige Grenzkosten Verdichten CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh		RegZen				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	80	71	27	25
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	71	30	41	45
	CHF/kWh	0.41	0.02	0.01	0.01	0.01
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	611	48	48	48	48
	Kosten Betrieb / Unterhalt	310	185	185	185	185
	CHF/kWh	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03
Total pro EinwohnerIn		3'747	385	334	301	303
CHF/kWh		0.54	0.06	0.05	0.04	0.04

Langfristige Grenzkosten Verdichten CHF pro EinwohnerIn bzw. kWh		RandGem				
		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	1'785	80	71	27	25
	Kosten Betrieb / Unterhalt	1'040	71	30	41	45
	CHF/kWh	0.41	0.02	0.01	0.01	0.01
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	663	99	99	99	99
	Kosten Betrieb / Unterhalt	322	197	197	197	197
	CHF/kWh	0.14	0.04	0.04	0.04	0.04
Total pro EinwohnerIn		3'811	448	397	364	366
CHF/kWh		0.55	0.06	0.06	0.05	0.05

### 4.3 Ergebnisse in CHF pro Wohneinheit (WE)

**Tabelle C4-7: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Strom)**

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF / WE		Stadt					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	446	351	155	88	210
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	257	125	109	77	124
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'536	210	157	87	47	102
	Kosten Betrieb / Unterhalt	794	534	592	368	272	389
CHF pro Wohneinheit		9'677	1'447	1'226	719	484	825

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF / WE		Agglo					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	446	351	155	88	309
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	257	125	109	77	167
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'536	210	157	87	47	139
	Kosten Betrieb / Unterhalt	794	534	592	368	272	444
CHF pro Wohneinheit		9'677	1'447	1'226	719	484	1'059

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF / WE		RegZen					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	446	351	155	88	374
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	257	125	109	77	196
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'590	267	223	128	78	223
	Kosten Betrieb / Unterhalt	807	548	608	378	279	514
CHF pro Wohneinheit		9'743	1'518	1'308	770	522	1'306

Durchschnittskosten bestehende Siedlung CHF / WE		RandGem					im Ø*
		S1	S2	S3	S4	S5	
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	446	351	155	88	1'003
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	257	125	109	77	562
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'723	411	387	231	154	573
	Kosten Betrieb / Unterhalt	838	582	647	402	297	613
CHF pro Wohneinheit		9'908	1'695	1'510	897	617	2'752

\* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

**Tabelle C4-8: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Strom)**

<b>Langfristige Grenzkosten neue Siedlung</b>		Stadt				
<b>CHF / WE</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	446	351	155	88
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	257	125	109	77
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'536	210	157	87	47
	Kosten Betrieb / Unterhalt	794	534	592	368	272
CHF pro Wohneinheit		9'677	1'447	1'226	719	484

<b>Langfristige Grenzkosten neue Siedlung</b>		Agglo				
<b>CHF / WE</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	446	351	155	88
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	257	125	109	77
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'536	210	157	87	47
	Kosten Betrieb / Unterhalt	794	534	592	368	272
CHF pro Wohneinheit		9'677	1'447	1'226	719	484

<b>Langfristige Grenzkosten neue Siedlung</b>		RegZen				
<b>CHF / WE</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	446	351	155	88
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	257	125	109	77
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'590	267	223	128	78
	Kosten Betrieb / Unterhalt	807	548	608	378	279
CHF pro Wohneinheit		9'743	1'518	1'308	770	522

<b>Langfristige Grenzkosten neue Siedlung</b>		RandGem				
<b>CHF / WE</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	446	351	155	88
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	257	125	109	77
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'723	411	387	231	154
	Kosten Betrieb / Unterhalt	838	582	647	402	297
CHF pro Wohneinheit		9'908	1'695	1'510	897	617

**Tabelle C4-9: Langfristige Grenzkosten „Auffüllen/Verdichten“ (Strom)**

<b>Langfristige Grenzkosten Verdichten</b>		Stadt				
<b>CHF / WE</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	225	228	54	38
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	200	96	81	67
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'536	77	88	55	41
	Kosten Betrieb / Unterhalt	794	505	577	361	270
CHF pro Wohneinheit		9'677	1'006	988	550	416

<b>Langfristige Grenzkosten Verdichten</b>		Agglo				
<b>CHF / WE</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	225	228	54	38
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	200	96	81	67
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'536	77	88	55	41
	Kosten Betrieb / Unterhalt	794	505	577	361	270
CHF pro Wohneinheit		9'677	1'006	988	550	416

<b>Langfristige Grenzkosten Verdichten</b>		RegZen				
<b>CHF / WE</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	225	228	54	38
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	200	96	81	67
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'590	134	153	96	72
	Kosten Betrieb / Unterhalt	807	519	593	371	278
CHF pro Wohneinheit		9'743	1'078	1'070	601	454

<b>Langfristige Grenzkosten Verdichten</b>		RandGem				
<b>CHF / WE</b>		S1	S2	S3	S4	S5
Innere Erschliessung	Kapitalkosten	4'642	225	228	54	38
	Kosten Betrieb / Unterhalt	2'705	200	96	81	67
Äussere Erschliessung	Kapitalkosten	1'723	277	317	198	149
	Kosten Betrieb / Unterhalt	838	552	631	395	296
CHF pro Wohneinheit		9'908	1'255	1'272	728	549