

Infrastrukturkosten unterschiedlicher Siedlungstypen

Oder: Ist verdichtet und zentral bauen billiger?



IMPRESSUM

Herausgeber

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)

Autoren

Ecoplan, B+S, Hunziker Betatech

Projektteam

Ecoplan

André Müller (Projektleitung)
Stefan Suter
Corinne Spillmann
Elvira Hänni

B+S AG

Richard Humbel
Stephan Sieber
Adrian Weber

Hunziker Betatech AG

Heiko Wehse
Vinitha Diggelmann
Peter Oehy

Begleitgruppe

Christina Hürzeler, ARE (Leitung)
Alex Bukowiecki, Organisation Kommunale Infrastruktur
Matthias Freiburghaus, SVGW
Rolf Giezendanner, ARE
Stefan Hasler / Reto Manser, VSA / Kanton Bern
Dejan Lukic, Infra Suisse
Nicole Mathys, ARE
Olivier Stössel, VSE
Philippe Weber, ARE

Produktion

Rudolf Menzi, Leiter Kommunikation ARE

Zitierweise

Ecoplan, B+S, Hunziker Betatech (2017), Infrastrukturkosten unterschiedlicher Siedlungstypen. Oder: Ist verdichtet und zentral bauen billiger? im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung, Bern.

Bezugsquelle

Elektronische Version: www.are.admin.ch

© ARE, Februar 2017

Inhaltsübersicht

	Das Wichtigste in Kürze	2
	L'essentiel en bref.....	3
	In breve.....	4
	Inhaltsverzeichnis	5
	Abkürzungsverzeichnis	8
	Kurzfassung.....	9
	Résumé	18
	Sintesi.....	27
1	Einleitung	37
2	Methodik und Abgrenzungen.....	38
3	Berechnung der Infrastrukturkosten	48
4	Übersicht über die Resultate	74
5	Schlussfolgerungen.....	95
6	Anhang A: Literaturüberblick	100
7	Anhang B: Berechnung der Infrastrukturkosten	137
8	Anhang C: Detailresultate	265
	Literaturverzeichnis	313

Das Wichtigste in Kürze

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zum Thema Siedlungsentwicklung und Infrastrukturkosten weisen auf eine kostensteigernde Wirkung von peripher gelegenen und wenig verdichteten Siedlungen hin. Die detaillierten Berechnungen zeigen, dass eine auf Verdichtung beruhende Siedlungsentwicklung zu deutlich tieferen Infrastrukturkosten pro Kopf führt, als eine Neuerschliessung mit einer flächenmässigen Ausdehnung der Gebiete.

Die Studie Ecoplan (2000) zeigte, dass mit einer verdichteten Bauweise und kompakten Siedlungsformen pro Kopf Infrastrukturkosten eingespart werden können. Die vorliegende Studie prüft die Gültigkeit dieser Resultate. Die aktualisierten Zahlen zeigen erneut, dass die möglichen Einsparungen mit einer verdichteten Siedlungserweiterung bedeutend sind: Eine verdichtete Siedlungsentwicklung nach innen kann in den Infrastrukturbereichen Abwasserentsorgung, Wasserversorgung, Verkehr und Stromversorgung bis zu dreimal tieferen Kosten pro Einwohner führen, als eine Neuerschliessung, bei der die Siedlungserweiterung durch eine flächenmässige Ausdehnung der Gebiete erfolgt. 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 Allgemeinheit.

Schliesslich zeigt die vorliegende Untersuchung, dass die Gebühren- und Abgabensysteme zur Finanzierung der Infrastrukturanlagen noch 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.

L'essentiel en bref

La présente étude sur le développement de l'urbanisation et les coûts d'infrastructure montre que les zones urbanisées en périphérie et de faible densité de constructions génèrent des coûts plus élevés. Selon les calculs détaillés, il est établi que les coûts d'infrastructure par habitant sont nettement moins élevés si l'urbanisation se développe conformément au principe de la densification que dans le cas d'une viabilisation de nouvelles zones à utilisation extensive.

Selon l'étude Ecoplan (2000), il est possible d'économiser des coûts d'infrastructure en densifiant les constructions et en créant des milieux bâtis compacts. La présente étude s'attache à vérifier ces résultats. Les chiffres mis à jour montrent une nouvelle fois l'importance des économies qu'il est possible de réaliser en développant l'urbanisation par la densification : avec un développement de l'urbanisation vers l'intérieur, les coûts d'infrastructure par habitant dans les domaines de l'élimination des eaux usées, de l'approvisionnement en eau, des transports et de l'approvisionnement électrique peuvent être jusqu'à trois fois moins élevés que dans le cas d'une viabilisation de nouvelles zones à utilisation extensive. Or comme les utilisateurs de l'infrastructure n'assument pas dans tous les cas l'intégralité du financement, ce supplément de coûts doit être supporté non seulement par les ménages privés, mais aussi par la collectivité.

La présente étude montre enfin que les systèmes de financement des infrastructures par des taxes et des redevances tiennent trop peu compte de la causalité. En conséquence, ce ne sont pas seulement ceux qui occasionnent des suppléments de coûts d'infrastructure qui doivent payer. Il y a plutôt des financements croisés qui ont pour effet que les habitants des zones urbanisées compactes et avantageuses du point de vue de l'infrastructure doivent contribuer aux coûts du mitage urbain.

In breve

Negli insediamenti periferici e scarsamente popolati i costi infrastrutturali sono molto più elevati: è questa la conclusione a cui giunge il presente studio sul tema dello sviluppo degli insediamenti in relazione ai costi per l'infrastruttura. Calcoli dettagliati evidenziano che uno sviluppo degli insediamenti basato sul principio della densificazione genera costi infrastrutturali pro capite nettamente inferiori rispetto ad una nuova urbanizzazione di comprensori estesi.

Lo studio Ecoplan condotto nel 2000 ha dimostrato che un'architettura densificata e strutture d'insediamento compatte consentono di risparmiare sui costi pro capite per l'infrastruttura. L'obiettivo è ora di esaminare la valenza di tali risultati. I nuovi dati riconfermano il grande potenziale di risparmio che risiede nella densificazione degli insediamenti. Una densificazione verso l'interno, nei settori che interessano l'infrastruttura (smaltimento delle acque di scarico, approvvigionamento elettrico e idrico, trasporti) comporta costi pro capite tre volte inferiori rispetto ad una nuova urbanizzazione con estensione mediante ampliamento della superficie del comprensorio. Siccome non sempre il finanziamento è garantito interamente dagli utenti dell'infrastruttura, i costi superiori non vengono imputati solo alle economie domestiche private, ma anche alla collettività.

Infine lo studio dimostra che l'attuale sistema di emolumenti e tasse per finanziare le infrastrutture non tiene adeguatamente conto del principio di causalità. Il conto non viene presentato solo a coloro che causano costi infrastrutturali più elevati. A causa dei sovvenzionamenti trasversali, anche gli abitanti di insediamenti compatti, la forma più efficiente sotto il profilo infrastrutturale, contribuiscono a finanziare i costi causati dalla dispersione degli insediamenti.

Inhaltsverzeichnis

Das Wichtigste in Kürze	2
L'essentiel en bref.....	3
In breve.....	4
Inhaltsverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	8
Kurzfassung.....	9
Résumé	18
Sintesi.....	27
1 Einleitung	37
2 Methodik und Abgrenzungen.....	38
2.1 Methodik.....	38
2.2 Betrachtete Infrastrukturbereiche.....	41
2.3 Kostenkomponenten	42
2.4 Siedlungs- und Ortstypen.....	43
2.5 Kostendeckung - Verursacherprinzip	47
3 Berechnung der Infrastrukturkosten	48
3.1 Einleitung.....	48
3.2 Abwasserentsorgung	48
3.2.1 Systemgrenzen Abwasserinfrastruktur	48
3.2.2 Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen	49
3.3 Wasserversorgung	54
3.3.1 Systemgrenzen Wasserinfrastruktur.....	54
3.3.2 Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen	55
3.4 Verkehr - Strasseninfrastruktur	60
3.4.1 Systemgrenzen Strasseninfrastruktur.....	60
3.4.2 Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen	61
3.5 Personenverkehr – Folgekosten des unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens	65
3.5.1 Systemgrenzen «Folgekosten des unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens im Personenverkehr»	65

3.5.2	Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen	66
3.6	Stromversorgung	69
3.6.1	Systemgrenzen Strominfrastruktur	69
3.6.2	Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen	70
4	Übersicht über die Resultate	74
4.1	Einleitung.....	74
4.2	Durchschnittskosten bestehender Siedlungen.....	75
4.3	Langfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung	78
4.4	Kostendeckung - Verursacherprinzip	83
4.5	Vergleich der Ergebnisse mit jenen aus dem Jahr 2000	90
4.5.1	Abwasserentsorgung	91
4.5.2	Wasserversorgung	92
4.5.3	Verkehr – Strasseninfrastruktur	93
4.5.4	Stromversorgung - Netzkosten	94
5	Schlussfolgerungen.....	95
6	Anhang A: Literaturüberblick	100
7	Anhang B: Berechnung der Infrastrukturkosten	137
7.1	Allgemeine Grundlagendaten.....	137
7.1.1	Die Siedlungstypen	137
7.1.2	Innere Erschliessung für die sechs Siedlungstypen	139
7.1.3	Äussere Erschliessung.....	146
7.1.4	Räumliche Lage	147
7.2	Abwasserentsorgung	148
7.2.1	Systemgrenzen und Wirkungsmodell	148
7.2.2	Gesamtschweizerische Durchschnittskosten für die Abwasserentsorgung (Top Down Ansatz)	152
7.2.3	Normkostenansatz	153
7.2.4	Mengengerüst	157
7.2.5	Wertgerüst.....	163
7.3	Wasserversorgung	173
7.3.1	Systemgrenzen und Wirkungsmodell	173
7.3.2	Gesamtschweizerische Durchschnittskosten für die Wasserversorgung (Top Down Ansatz)	178
7.3.3	Normkostenansatz	178
7.3.4	Mengengerüst	182
7.3.5	Wertgerüst.....	189
7.4	Verkehrsbereich	199
7.4.1	Systemgrenzen und Wirkungsmodell	199
7.4.2	Normkostenansatz	206
7.4.3	Mengengerüst Strasseninfrastruktur.....	210
7.4.4	Wertgerüst Strasseninfrastruktur	216

7.4.5	Mengengerüst unterschiedliches Nutzverhalten im Personenverkehr.....	224
7.4.6	Wertgerüst für die Berechnung der Folgekosten des unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens im Personenverkehr	231
7.5	Stromversorgung.....	236
7.5.1	Systemgrenzen und Wirkungsmodell	236
7.5.2	Normkostenansatz	244
7.5.3	Mengengerüst	247
7.5.4	Wertgerüst.....	256
8	Anhang C: Detailresultate	265
8.1	Abwasserentsorgung	265
8.1.1	Ergebnisse in CHF total	265
8.1.2	Ergebnisse in CHF pro Einwohner.....	268
8.1.3	Ergebnisse in CHF pro Wohneinheit (WE)	271
8.1.4	Ergebnisse in CHF pro Hektar (ha).....	274
8.2	Wasserversorgung	277
8.2.1	Ergebnisse in CHF total	277
8.2.2	Ergebnisse in CHF pro Einwohner.....	280
8.2.3	Ergebnisse in CHF pro Wohneinheit (WE)	283
8.2.4	Ergebnisse in CHF pro Hektar (ha).....	286
8.3	Verkehr – Strasseninfrastruktur	289
8.3.1	Ergebnisse in CHF total	289
8.3.2	Ergebnisse in CHF pro Einwohner.....	292
8.3.3	Ergebnisse in CHF pro Wohneinheit (WE)	295
8.3.4	Ergebnisse in CHF pro Hektar (ha).....	298
8.4	Stromversorgung.....	301
8.4.1	Ergebnisse in CHF total	301
8.4.2	Ergebnisse in CHF pro Einwohner.....	304
8.4.3	Ergebnisse in CHF pro Wohneinheit (WE)	307
8.4.4	Ergebnisse in CHF pro Hektar (ha).....	310
	Literaturverzeichnis	313

Abkürzungsverzeichnis

ARA	Abwasserreinigungsanlage
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
AWA	Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern
AZ	Ausnützungsziffer
BFE	Bundesamt für Energie
BFS	Bundesamt für Statistik
CHF	Schweizer Franken
EFH	Einfamilienhaus
EICom	Eidgenössischen Elektrizitätskommission
EVU	Elektrizitätsversorgungsunternehmen
EWG / EW	Einwohnergleichwert, entspricht der Summe der an eine Kläranlage angeschlossenen Einwohner und in Einwohneräquivalent umgerechnete Belastungen aus Industrie und Gewerbe (in diesem Bericht benutzen wir die Abkürzung EWG, heute wird oft EW als Abkürzung verwendet)
Fzkm	Fahrzeugkilometer
GrossZen	Grosszentrum
ha	Hektare
kV	Kilo-Volt
kWh	Kilowattstunde
LandGem	Kleinere ländliche Gemeinde
M	Meter
MFH	Mehrfamilienhaus
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MNZen	Mittel- und Nebenzentren
MZMV	Mikrozensus Mobilität und Verkehr
OKI	Organisation Kommunale Infrastruktur, Kompetenzzentrum für Infrastrukturthemen in Städten und Gemeinden des Schweizerischen Städteverbandes und des Schweizerischen Gemeindeverbandes.
ÖV	Öffentlicher Verkehr
pkm	Personenkilometer
PW	Personenwagen
SVGW	Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches
TU	Transportunternehmen
TWh	Terawattstunden
VOKOS	Vollzugskonzept Siedlungsentwässerung des Kantons Bern
VSA	Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute
VSE	Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
WE	Wohneinheit

Kurzfassung

Die EcoPLAN-Studie «Siedlungsentwicklung und Infrastrukturkosten» aus dem Jahr 2000 wurde seit ihrem Erscheinen oft zitiert und hat auch zu Diskussionen geführt. Die vorliegende Studie bietet eine Aktualisierung sowohl daten- als auch methodenmässig und beantwortet folgende Fragen:

- Wie hoch sind die Infrastrukturkosten in unterschiedlich dichten Siedlungs- und Ortstypen?
- Wer trägt die Infrastrukturkosten – und in welchen Fällen trägt sie nicht der Verursacher?

Die vorliegende Studie beschränkt sich auf die Analyse der Kosten von ausgewählten Infrastrukturbereichen und behandelt daher nur einen Teilaspekt zur Beurteilung der Siedlungsentwicklung. Folgende Infrastrukturbereiche werden untersucht:

- Wasser (Leitungen, Fassungen, Reservoirs usw.);
- Abwasser (Kanäle, ARA);
- Verkehr: Strasseninfrastruktur (ohne übergeordnetes Strassennetz) und Folgekosten von unterschiedlichem Verhalten im Personenverkehr (externe Kosten und Nutzen und ungedeckte Kosten des privaten und öffentlichen Personenverkehrs);
- Strom (nur Netz).

Berechnung der Infrastrukturkosten unterschiedlicher Siedlungsstrukturen mittels Normkostenansatz

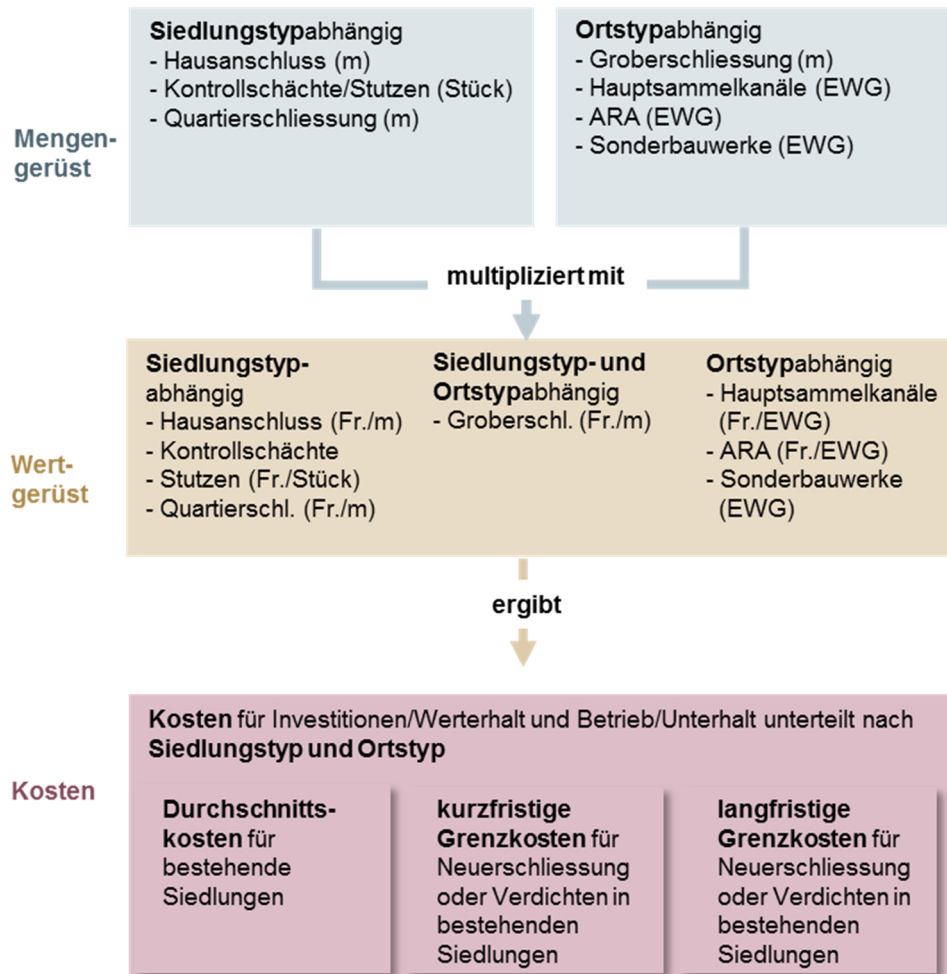
Die in EcoPLAN (2000) entwickelte Normkostenmethodik wurde auch im Ausland angewendet. Diese ausländischen Studien zeigen, dass die Infrastrukturkosten der technischen Infrastruktur mit zunehmender Dichte abnehmen. Sie kommen damit zu einem ähnlichen Schluss wie EcoPLAN (2000). Die Normkostenmethodik wird auch für die aktuell vorliegende Studie verwendet und mit realen Daten überprüft. Die nachfolgende Abbildung 1 zeigt schematisch die Methodik des Normkostenansatzes am Beispiel der Abwasserentsorgung.

Beim Normkostenansatz wird ein Mengengerüst in Abhängigkeit des Siedlungs- resp. Ortstyps geschätzt (bspw. die notwendige Kanallänge zur Erschliessung eines Gebäudes) und mit dem entsprechenden Wertgerüst (bspw. Normkosten pro Laufmeter Kanal) multipliziert. Das Resultat dieser Multiplikation zeigt dann die Kosten der technischen Infrastruktur differenziert nach Siedlungs- und Ortstypen – in unserem Beispiel in der nachfolgenden Abbildung die Kosten der Abwasserentsorgung.

In allen Infrastrukturbereichen werden sowohl die Kosten für Investitionen/Werterhalt sowie Betrieb/Unterhalt berücksichtigt. In die Berechnungen einbezogen werden einerseits die innere Erschliessung einer Siedlung (Quartiererschliessung und Hausanschlüsse) und andererseits ein anrechenbarer Teil der Groberschliessung (Anbindung der Siedlung an bestehende Netze). Im Verkehrsbereich wird zusätzlich auf die Problematik der externen Kosten und Nutzen des privaten und öffentlichen Personenverkehrs sowie der ungedeckten Kosten im öffentlichen Verkehr berücksichtigt.

Wichtig ist festzuhalten, dass mit diesem Normkostenansatz die Problematik im Generellen dargestellt werden kann. Da beim Mengengerüst wie auch beim Wertgerüst Normwerte verwendet werden, können die Ergebnisse nicht direkt für einzelne real existierende Gemeinden oder Siedlungen angewendet werden. Der Normkostenansatz kann aber für die real existierenden Gemeinden ein guter Startpunkt sein, um die siedlungsspezifischen Infrastrukturkosten zu bestimmen.

Abbildung 1: Normkostenansatz am Beispiel der Abwasserentsorgung



Legende: m: Meter
EWG: Einwohnergleichwert

Die sechs Siedlungstypen – von dünn besiedelt bis hoch verdichtet

Um den siedlungsspezifischen Unterschieden Rechnung zu tragen sind sechs 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.
- Beim fünften Typ (S5) handelt es sich um eine verdichtete Bauweise in Form eines fünfgeschossigen Wohnblocks.
- Der sechste Typ (S6), das mehrgeschossige Hochhaus, repräsentiert schliesslich den hochverdichtet gebauten Siedlungstyp.

Die vier Ortstypen – von grossstädtischen bis zu den ländlichen Gemeinden

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. Die vier Ortstypen wurden aufbauend auf der Typologie der Raumgliederung des Bundesamts für Raumentwicklung abgeleitet und können wie folgt charakterisiert werden:

- Grosszentren in der Grössenordnung von 125'000 Einwohnern.
- Mittel- und Nebenzentren der Grosszentren mit einer durchschnittlichen Einwohnerzahl von rund 20'000.
- Gürtelgemeinden sind Gemeinden im Gürtel der Gross- und Mittelzentren sowie Gemeinden, welche als Kleinzentrum dienen. Die durchschnittliche Einwohnerzahl beträgt 3'500.
- Landgemeinden sind ländlich gelegene Gemeinden mit einer durchschnittlichen Einwohnerzahl von 1'500.

Je dichter der Siedlungstyp desto tiefer die Pro-Kopf-Kosten der techn. Infrastruktur

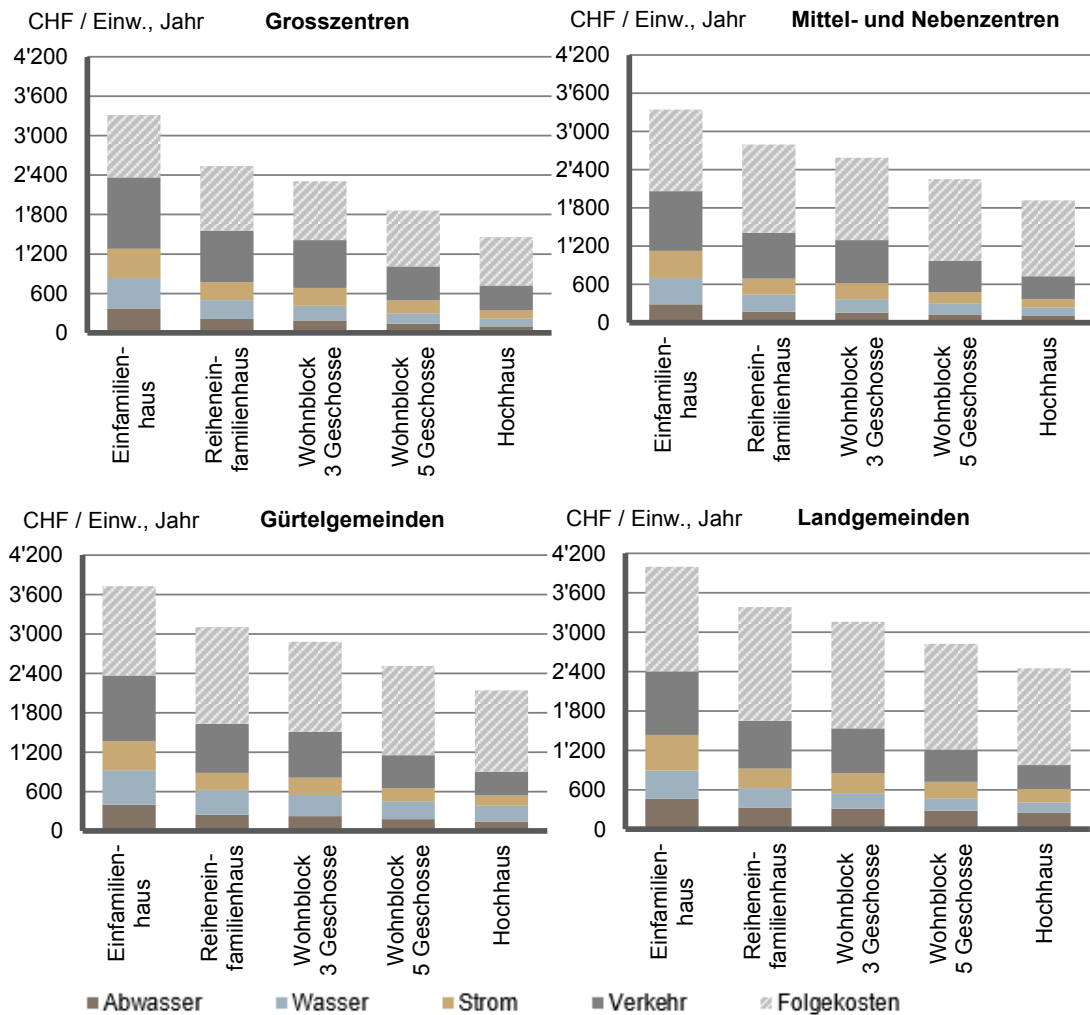
Die jährlichen Infrastrukturkosten pro Einwohner weisen deutliche Unterschiede zwischen den untersuchten Siedlungstypen auf. Abbildung 2 zeigt die Ergebnisse der durchschnittlichen Pro-Kopf-Infrastrukturkosten bestehender Siedlungen für die Siedlungstypen S2 bis S6 in den vier Ortstypen Grosszentrum, Mittel- und Nebenzentrum, Gürtel und Landgemeinde.

Die Berechnungen zeigen, dass die Pro-Kopf-Infrastrukturkosten mit zunehmender Dichte der Besiedlung abnehmen: Während die jährlichen Pro Kopf-Kosten einer wenig verdichteten Einfamilienhaussiedlung (S2) in einem Grosszentrum um die 3'400 CHF betragen, würden die Infrastrukturkosten mit einer Reiheneinfamilienhaussiedlung (S3) um 23% tiefer liegen. Wäre die gleiche Parzelle mit einer Hochhaussiedlung (S6) überbaut worden, würden sich sogar nur halb so hohe Pro-Kopf-Kosten ergeben.

Die höchsten Pro Kopf-Kosten fallen, abgesehen von den Folgekosten aufgrund unterschiedlichem Mobilitätsverhalten (externe Kosten und ungedeckte ÖV-Kosten), bei der Strasseninfrastruktur an. Gleichzeitig zeigen sich hier die kleinsten Unterschiede zwischen den fünf Siedlungstypen. Die übrigen drei Bereiche liegen in einer ähnlichen Grössenordnung.

In Abbildung 2 ist die Streusiedlung (S1) nicht aufgeführt, weil die Infrastrukturkosten pro Einwohner nochmals deutlich über jenen der Einfamilienhaussiedlung (S2) liegen. Selbst wenn berücksichtigt wird, dass sich bei der Strasseninfrastruktur methodisch komplexe Abgrenzungsfragen stellen – z.B. bezüglich der Anlastung der Strasseninfrastruktur zu den einzelnen Gebäuden der Streusiedlung – fallen bei der Streusiedlung mindestens viermal höhere Pro Kopf-Infrastrukturkosten an als bei der Einfamilienhaussiedlung.

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



Je städtischer der Ortstyp desto tiefer die Pro-Kopf-Folgekosten des privaten und öffentlichen Personenverkehrs sowie der ungedeckten Pro-Kopf-ÖV-Kosten

Im Verkehrsbereich stellt sich neben der Frage der Kosten von Bau, Unterhalt und Betrieb der Strasseninfrastruktur zusätzlich die Problematik der Folgekosten des unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens von Bewohner und Bewohnerinnen unterschiedlich dichter Siedlungen und Ortstypen. Die Folgekosten umfassen die externen Kosten und Nutzen des privaten und öffentlichen Personenverkehrs¹ und ungedeckte ÖV-Kosten². Empirische Studien zeigen, dass die Zersiedelung Rückwirkungen auf das Mobilitätsverhalten hat. In verdichtet gebauten Siedlungsgebieten fällt das Umsteigen vom motorisierten Individualverkehr auf den öffentlichen Verkehr leichter. Ausgehend von solchen Unterschieden im Verkehrsverhalten werden die externen Kosten und Nutzen im privaten und öffentlichen Personenverkehr sowie die ungedeckten ÖV-Kosten grob abgeschätzt.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Folgekosten des unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens insbesondere zwischen den Ortstypen stark unterscheiden. In den ländlichen Gemeinden sind die Folgekosten pro Einwohner doppelt so hoch wie in den Grosszentren. Die Gründe für diesen Effekt sind (i) die längeren zurückgelegten Wege in den ländlichen Gemeinden und (ii) die höheren ungedeckten Kosten im öffentlichen Verkehr in den ländlichen Gemeinden. Die längeren Wege in den ländlichen Gemeinden sind auf die grössere Distanz zum Arbeits- oder Ausbildungsplatz sowie zu den zentralörtlichen Infrastrukturen und Einkaufsmöglichkeiten zurückzuführen.

Innerhalb eines jeweiligen Ortstyps zeigen sich zwischen den verschiedenen Siedlungstypen keine grossen Unterschiede in den Folgekosten. So nehmen zwar mit zunehmender Dichte Richtung Siedlungstyp S6 die externen Pro-Kopf-Kosten im privaten Strassenverkehr ab, dies wird aber kompensiert durch die zunehmenden ungedeckten Pro-Kopf-Kosten im öffentlichen Personenverkehr.

Siedlungserweiterung – Verdichten oder Neuerschliessung?

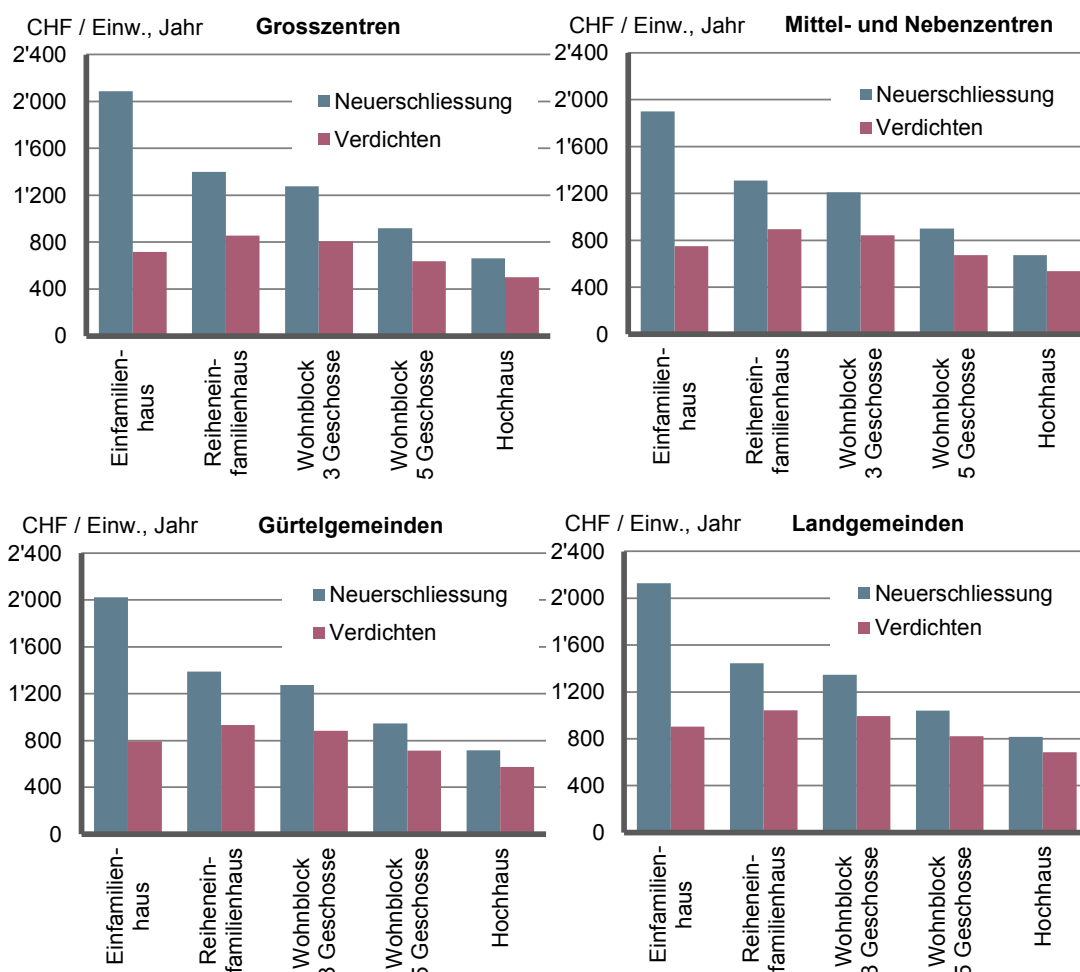
Die obigen Ausführungen bezogen sich auf bestehende Siedlungen. Nachfolgend wird aufgezeigt, welche Pro Kopf-Kosten bei Siedlungserweiterungen anfallen. Die Höhe der zusätzlichen Infrastrukturkosten pro Einwohner (exkl. Folgekosten des Personenverkehrs) einer Siedlungserweiterung ist v.a. abhängig von der Annahme, wie die Erweiterung erfolgt, ob zum Beispiel die bestehende Infrastruktur mitbenutzt werden kann, ohne dass sie ausgebaut werden muss. Abbildung 3 zeigt die **langfristigen Grenzkosten** (exkl. Folgekosten des Personenverkehrs) für die zwei Formen einer Siedlungserweiterung «Verdichten» und «Neuerschliessung»:

¹ Gesamte externe Kosten und Nutzen des privaten und öffentlichen Personenverkehrs: Gesundheitskosten (Luft), Gebäudekosten (Luft), Ernteauffälle (Luft), Waldschäden (Luft), Biodiversitätsverluste (Luft), Lärmkosten, Klima, Natur und Landschaft, Bodenschäden, Kosten der vor- und nachgelagerte Prozesse, Unfallkosten, Städtische Räume sowie der Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr.

² Gesamte ungedeckte Kosten im öffentlichen Personenverkehr – also die Infrastruktur- und Verkehrsmittelkosten abzüglich der vom Verkehrsnutzer bezahlte Anteil (Transportentgelte) – von Tram, Bus und Bahn.

- **Verdichten:** Die innere Verdichtung ist der aus Infrastruktursicht günstigste Fall einer Siedlungserweiterung. Bei einer Verdichtung besteht die Grob- und Quartierschliessung bereits. Zusätzliche Kosten fallen im Betrieb bzw. beim Unterhalt an. Längerfristig sind aber neben den Betriebs- und Unterhaltskosten auch die Kapazitätsgrenzkosten zu berücksichtigen (z.B. bei der Abwasserreinigung oder einer leicht grösseren Dimensionierung der Leitungen oder Kanäle).
- **Neuerschliessung:** Bei einer Siedlungserweiterung mit einem an die bestehende Bebauung angrenzendes neues Quartier muss die Quartierschliessung neu erstellt und die Groberschliessung für den Anschluss des Quartiers ergänzt werden. Im Vergleich zum «Verdichten» fallen also zusätzliche Betriebs-, Unterhalts- und Kapitalkosten für die Quartierschliessung und die zusätzliche Groberschliessung an. Aber auch bei der Neuerschliessung liegen die zusätzlichen Kosten für bspw. den Ausbau der ARA unter den Durchschnittskosten der bestehenden Anlage – auch hier werden wie beim «Verdichten» nur die Kapazitätsgrenzkosten berücksichtigt.

Abbildung 3: Langfristige Grenzkosten unterschiedlicher Siedlungserweiterungen, in CHF / Einwohner und Jahr



Wenn in einer bestimmten Gemeinde die Frage nach der Art der Siedlungserweiterung ansteht (Verdichten im bestehenden Siedlungsgebiet oder Neuerschliessung angrenzend an das bestehende Siedlungsgebiet), dann gibt es aus Infrastrukturkostensicht eine klare Antwort: Der Weg über das Verdichten ist infrastrukturseitig immer kostengünstiger als die Neuerschliessung. Die mit Abstand grössten Pro-Kopf-Einsparungen einer Verdichtung gegenüber einer Neuerschliessung zeigen sich bei den Einfamilienhausquartieren. Die Verdichtung bringt gegenüber der Neuerschliessung bei Einfamilienhäusern bedeutende Kostenvorteile bei der technischen Infrastruktur in der Grössenordnung von jährlich rund 1'200 bis 1'400 CHF/Einwohner. Diese Kostenvorteile der Verdichtung gegenüber einer Neuerschliessung sind bspw. bei einer Verdichtung in einem Quartier mit 5-stöckigen Mehrfamilienhäusern deutlich geringer und betragen noch jährlich rund 200 bis 300 CHF/Einwohner.

Siedlungserweiterung – in welchem Ortstyp?

Aus der Sicht der Kosten der technischen Infrastruktur spielt es keine zentrale Rolle, wo – also bei welchem Ortstyp – die Neuerschliessung erfolgt, zentral ist aber, dass die Neuerschliessung mit einer verdichteten Bauweise erfolgt. Eine klare Priorisierung nach Ortstyp ergibt sich aber aus den Folgekosten des unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens (also externe Kosten und Nutzen und ungedeckte Kosten des ÖV): Die Neuerschliessung in Grosszentren ist in Bezug auf die Folgekosten deutlich günstiger als bspw. die Neuerschliessung in ländlichen Gemeinden.

Bei der Frage, ob aus Kostensicht die Neuerschliessung in Grosszentren einer Verdichtung in ländlichen Gemeinden vorzuziehen ist, lässt sich kein definitives Fazit ziehen. Es darf aber vermutet werden, dass eine Neuerschliessung im städtischen Raum einer Verdichtung im ländlichen Raum aus der in dieser Studie eingenommenen Infrastrukturkostensicht (inkl. Folgekosten) vorzuziehen ist.

«Quersubventionierungen» bei den Infrastrukturkosten

Die Auswertungen haben gezeigt, dass eine zersiedelte Siedlungsstruktur zu höheren Infrastrukturkosten führt. Aus ökonomischer Sicht ist dies nur dann ein Problem, wenn die Nutzniessenden die Infrastruktur nicht vollständig bezahlen. Folgende Problempunkte bzw. «Quersubventionierungen» haben wir in den vier untersuchten Infrastrukturbereichen festgestellt:

- **Abwasserentsorgung:** Die heutigen über Abwassergebühren verrechneten Kosten liegen aufgrund der vergangenen Subventionierung von Abwasseranlagen deutlich unter den langfristig zu erwartenden Infrastrukturkosten. Eine massgebliche Quersubventionierung zwischen den einzelnen Einzugsgebieten der Abwasserentsorgung ist heute jedoch nicht mehr festzustellen. Allerdings besteht die Gefahr einer Quersubventionierung innerhalb des jeweiligen Einzugsgebiets: Die Abwassergebühren von Einfamilienhäusern sind im Vergleich zu Mehrfamilien- oder Hochhäusern zu tief.

- **Wasserversorgung:** Hier gilt dasselbe wie bei der Abwasserentsorgung: (i) keine «Quersubventionierungen» über das Einzugsgebiet hinaus, (ii) heutige Gebühren werden aufgrund der längerfristig steigenden Kosten zunehmen, (iii) Quersubventionierung zugunsten der Einfamilienhäusern.
- **Strasseninfrastruktur und Folgekosten des unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens:** Auf kommunaler Ebene zeigt sich im *Strasseninfrastrukturbereich* eine «Quersubventionierung» von den Steuerzahlern zu den Strassenbenutzern, da die Benutzung der Gemeindestrassen nicht kostendeckend ist und die Kosten nicht verursachergerecht auf die tatsächlichen Nutzer überwältzt werden. Die «Quersubventionierung» bleibt aber in Bezug auf die Strasseninfrastruktur innerhalb der Gemeinde. Anders sieht es bei den externen Kosten und Nutzen des privaten und öffentlichen Personenverkehrs sowie den ungedeckten ÖV-Kosten aus, hier ergeben sich «Quersubventionierungen» von der Allgemeinheit zu den Verkehrsnutzern überregional wie auch innerkommunal.
- **Stromversorgung:** Die gesamten Netzkosten im Einzugsgebiet eines Elektrizitätsunternehmens werden vollumfänglich von den Nutzern bezahlt – eine Quersubventionierung über das Einzugsgebiet hinaus findet somit nicht statt. Hingegen wird innerhalb des Einzugsgebiets des Elektrizitätsversorgungsunternehmens zwischen den tendenziell kostengünstigen (dichtebesiedelten) Gebieten zu den teureren, zersiedelten Gebieten quersubventioniert. Dies darum, weil im Grundsatz innerhalb des Versorgungsgebiets des Stromversorgers harmonisierte Tarife gelten.

Mit Änderungen im Finanzierungssystem «Quersubventionierungen» vermindern

Grundsätzlich sind mit den Empfehlungen zur Finanzierung der **Abwasser- und Wasserinfrastruktur** der Branchenverbände die Grundlagen vorhanden, um eine verursachergerechte Finanzierung, welche auch siedlungsstrukturelle Kostenunterschiede zumindest teilweise berücksichtigt, in den Gemeinden umzusetzen. Es darf also damit gerechnet werden, dass die zersiedelungsbedingten Mehrkosten bei der Abwasser- und Wasserinfrastruktur vermehrt auf die tatsächlichen Verursacher übertragen werden. Dies kann bspw. durch eine Erhöhung der Grundgebühr pro Anschluss im Rahmen der langfristig steigenden Kosten oder über eine Anpassung des Bemessungskriteriums der Grundgebühr erfolgen. Diese Änderungen werden dazu führen, dass insbesondere die Einfamilienhäuser (Siedlungstyp S2 und S1) in Zukunft mit überproportional starkem Gebührenwachstum rechnen müssen, sofern sich eine solche verursachergerechte Finanzierung etablieren wird.

Der grösste Handlungsbedarf liegt im Bereich des **Personenverkehrs**. Hier gilt es insbesondere die von der Allgemeinheit getragenen Folgekosten des unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens (externe Kosten und Nutzen sowie ungedeckte ÖV-Kosten) auf die Verursacher bzw. Nutzer bspw. mit einem entsprechend ausgestaltetem Mobility-Pricing-System zu überwältzen.

In der **Stromversorgung** stehen bei der Stromtarifdiskussion die siedlungsspezifischen Kostenunterschiede nicht im Vordergrund. Aus anderen Gründen, wie bspw. der vermehrte Einsatz von Photovoltaikanlagen, fordert der Verein Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen eine stärkere Berücksichtigung der bezogenen Leistung bei der Stromtarifizierung. Ob und in welcher

Ausgestaltung Leistungstarife auch im Haushaltbereich eingeführt werden, ist noch offen. Je nach Ausgestaltung solcher Leistungstarife würden sich auch die heutigen siedlungsstrukturbedingten Quersubventionierungen reduzieren.

Technischer Fortschritt verändert auch die Kostenstrukturen

Die obigen Ausführungen und Berechnungen haben wir unter dem Eindruck der heutigen zentralen Entsorgungs- und Versorgungsstrukturen gezogen. Wie der technische Fortschritt die künftigen Infrastrukturkosten beeinflussen wird ist kaum abzuschätzen. Einerseits gab und wird es Technologien geben, mit welchen die heutigen zentralen Strukturen kosteneffizienter erneuert oder unterhalten werden können (bspw. Inline-Kanalsanierung). Andererseits werden die dezentralen Technologien (bspw. On-Site-Treatment in der Abwasserentsorgung) immer günstiger. Inwieweit der technische Fortschritt insgesamt zugunsten dezentraler Siedlungsstrukturen erfolgt, muss offenbleiben. Es darf aber nicht ausgeschlossen werden, dass die in der Vergangenheit beobachtete Tendenz zur Zentralisierung künftig relativiert wird und der technische Fortschritt vermehrt zugunsten dezentraler Siedlungsstrukturen erfolgt, d.h. «Zersiedlung» wird aus der in diesem Bericht eingenommenen Infrastruktursicht tendenziell günstiger und die in diesem Bericht festgestellten Kostendifferenzen zwischen dicht und weniger dicht besiedelten Gebieten würden kleiner.

Résumé

Depuis sa publication en 2000, l'étude Ecoplan « Développement de l'urbanisation et coûts des infrastructures » a suscité des débats et elle est souvent citée. La présente étude constitue une mise à jour, tant du point de vue des données que de celui de la méthode, et vise à répondre aux deux questions suivantes :

- A combien se montent les coûts d'infrastructure dans les différents types de milieu urbain et de localité, d'inégale densité ?
- Qui prend en charge les coûts d'infrastructure et dans quels cas ne sont-ils pas assumés par les utilisateurs ?

La présente étude se limite à l'analyse des coûts de certains domaines d'infrastructure précis, et ne traite par conséquent qu'un aspect partiel dans le but de porter une appréciation sur le développement de l'urbanisation. Les domaines d'infrastructure examinés sont les suivants :

- approvisionnement en eau (conduites, captages, réservoirs, etc.) ;
- eaux usées (canaux, STEP) ;
- transports : infrastructure routière (sans le réseau de niveau supérieur) et coûts subséquents des différents comportements dans le transport voyageurs (coûts et avantages externes et coûts non couverts du trafic voyageurs privé et public) ;
- courant électrique (réseau seulement).

Calcul des coûts d'infrastructure des différents types de milieu urbain par la méthode des coûts de revient standards

La méthode des coûts de revient standards développée dans l'étude Ecoplan (2000) a également été appliquée à l'étranger. Ces analyses effectuées dans d'autres pays montrent que les coûts de l'infrastructure technique diminuent à mesure qu'augmente la densité. Les conclusions sont donc semblables à celle d'Ecoplan. La présente étude recourt aussi à la méthode des coûts standards, qu'elle vérifie au moyen de données réelles. Le schéma ci-dessous (figure 1) présente l'application de la méthode à l'élimination des eaux usées.

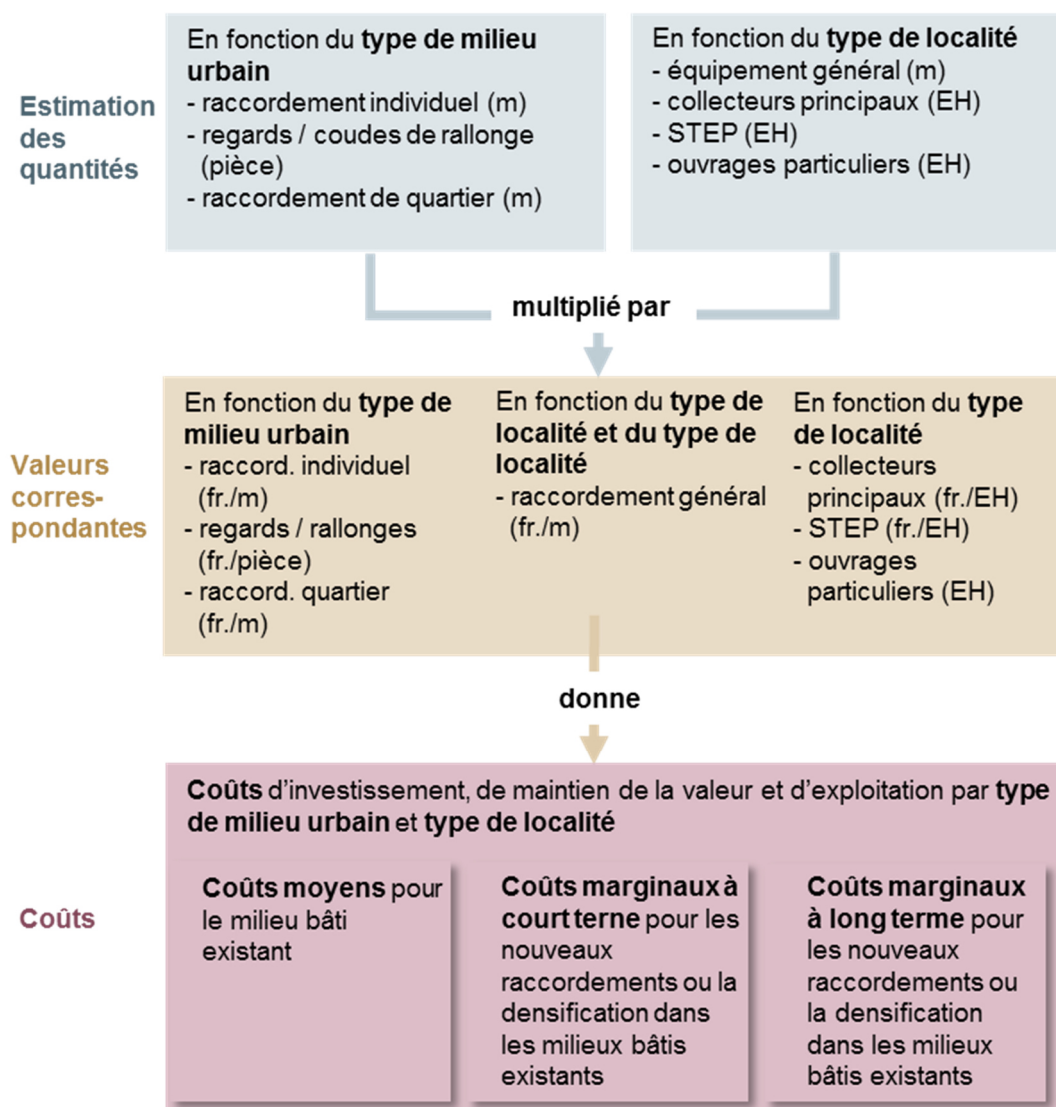
La méthode des coûts standards consiste à estimer une quantité en fonction du type de milieu urbain ou de localité (par ex. la longueur de canalisation nécessaire pour l'équipement d'un immeuble) et à multiplier cette quantité par la valeur correspondante (par ex. coûts standards par mètre courant de canalisation). Le produit fait apparaître les coûts de l'infrastructure technique suivant le type de milieu urbain et de localité, dans l'exemple choisi ici les coûts de l'élimination des eaux usées.

Dans tous les domaines d'infrastructure, il est tenu compte autant des coûts d'investissement et de maintien de la valeur que des coûts d'exploitation et d'entretien. Les calculs incluent d'une part l'équipement interne (équipement de quartier et raccordement des maisons), et de l'autre la part imputable de l'équipement général (raccordement aux réseaux existants). Dans le domaine des transports, il est en outre tenu compte du problème des coûts et avantages

externes du trafic voyageurs privé et public, ainsi que des coûts non couverts des transports publics.

Il est important d'observer que la méthode des coûts standards permet de présenter le problème d'une manière générale. Comme ce sont des chiffres standards qui sont utilisés, autant pour les quantités que pour les valeurs correspondantes, les résultats ne se prêtent pas à une application directe à des communes ou à des milieux urbanisés précis existant réellement. En revanche, la méthode des coûts standards peut être un bon point de départ pour le calcul des coûts d'infrastructure propres à un type de milieu urbanisé.

Figure 1 : Méthode des coûts standards appliquée à l'élimination des eaux usées



Abréviations : m : mètres
EH : équivalent-habitant

Les six types de milieu bâti : du faiblement peuplé à la haute densité

Pour tenir compte des particularités propres aux différents milieux bâtis, on a défini six types selon le critère de la densité :

- Le type S1 présente la plus faible densité d'habitat. Il s'agit de maisons isolées, souvent en dehors des zones constructibles. Ce type caractérise un habitat dispersé qui se rencontre notamment dans l'espace rural.
- Le deuxième type (S2) est la zone de villas classique.
- Le troisième type (S3) est la forme moderne de zone de maisons familiales en rangées.
- Le quatrième type (S4) est une forme d'habitat concentré en immeubles à trois niveaux.
- Le cinquième type (S5) est une forme d'habitat concentré en immeubles à cinq niveaux.
- Le sixième type (S6) est la tour d'habitation, le degré de densité le plus élevé.

Les quatre types de localité : de la grande ville à la commune rurale

Il n'y a pas que le mode de construction qui joue un rôle dans le calcul des coûts d'infrastructure des différentes formes de milieu bâti : il est également important de savoir dans quel type de localité le milieu bâti en question se situe. L'aménagement et l'entretien de canalisations d'eaux usées, par exemple, sont plus coûteux en zone urbaine que dans une commune rurale. Le mode de calcul tient compte de ces différences en faisant une distinction, dans les valeurs standards (par ex. CHF par mètre courant de canalisation d'eaux usées), entre quatre types de localité. Ces quatre catégories, définies à partir de la typologie des niveaux géographiques de l'Office fédéral du développement territorial, se caractérisent ainsi :

- grands centres, ordre de grandeur 125'000 habitants
- centres moyens et centres secondaires des grands centres, population de l'ordre de 20'000 habitants
- communes périphériques : sont désignées comme telles les communes en périphérie des grands centres et des centres moyens, ainsi que les communes ayant une fonction de petit centre, avec une population moyenne de 3'500 habitants
- communes rurales : communes situées en zone rurale, avec une population moyenne de 1'500 habitants.

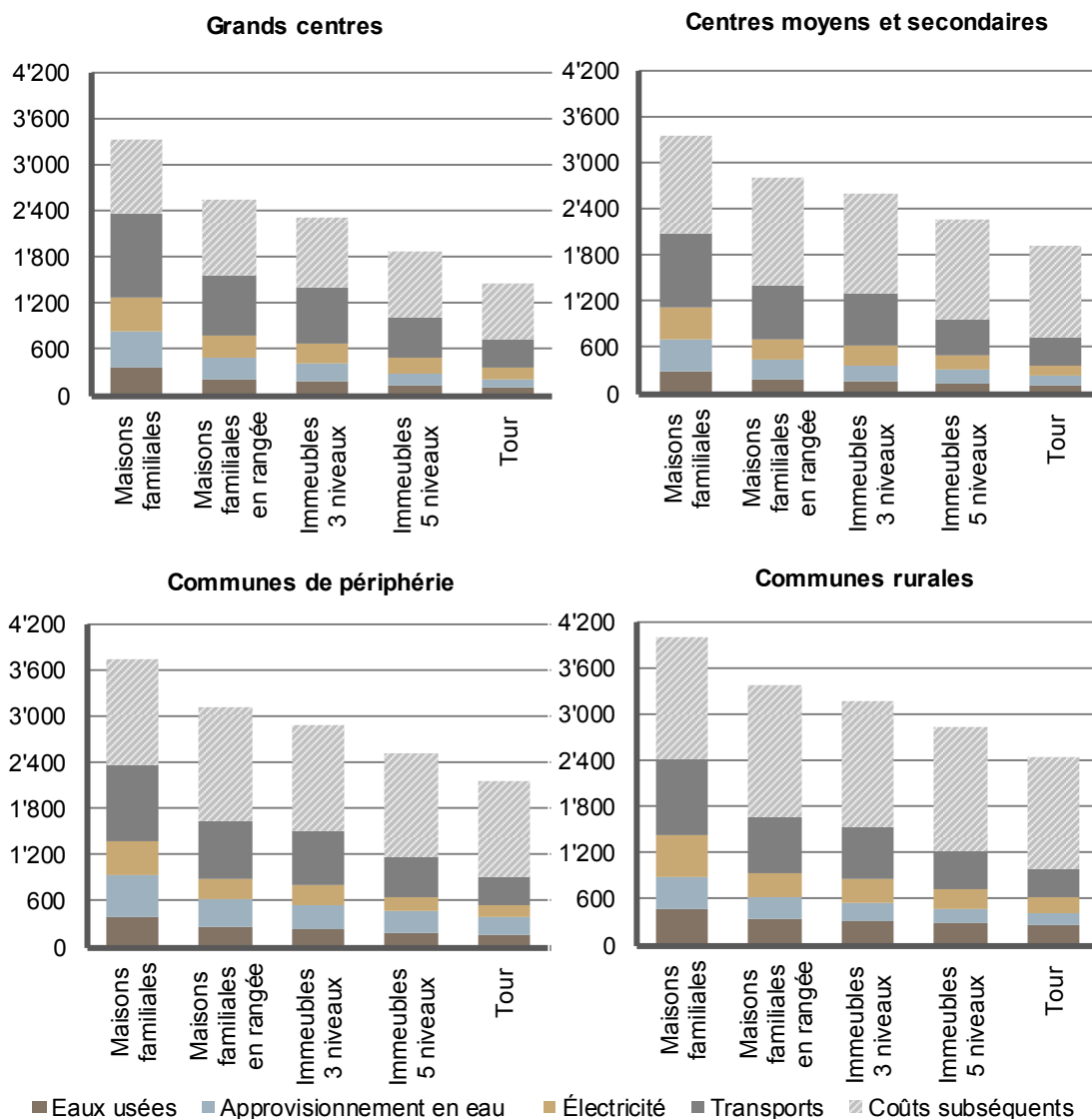
Plus le milieu bâti est dense, moins les coûts de l'infrastructure technique sont élevés

Les coûts annuels d'infrastructure par habitant présentent de nettes différences selon les types de milieu bâti. La figure 2 exprime les coûts moyens d'infrastructure par habitant pour les milieux bâtis des catégories S2 à S6 dans les quatre types de localité (grand centre, centre moyen et centre secondaire, périphérie et commune rurale).

Les calculs démontrent que les coûts d'infrastructure par habitant diminuent à mesure que la densité du milieu bâti augmente. Pour une zone de villas à faible densité (S2) dans un grand centre, les coûts se montent à CHF 3'400 par habitant, alors que pour une zone à maisons en rangées (S3), ils sont de 23% inférieurs. Si sur la même parcelle se trouvait une tour d'habitation (S6), les coûts par habitant seraient deux fois moins élevés.

Abstraction faite des coûts subséquents dus aux différents comportements en matière de mobilité (coûts externes et coûts non couverts des transports publics), les coûts par habitant les plus élevés concernent l'infrastructure routière (transports). C'est aussi le domaine où les différences entre les cinq types de milieu bâti sont les moins marquées. Les trois autres domaines (élimination des eaux usées, approvisionnement en eau, courant électrique) se situent dans un ordre de grandeur comparable.

Figure 2 : Coûts moyens des infrastructures selon le type de milieu bâti et de localité, en CHF par habitant et par année



La figure 2 ne mentionne pas l'habitat dispersé (S1), parce que les coûts d'infrastructure par habitant y sont nettement supérieurs à ceux qui s'observent dans la catégorie des zones de villas (S2). Même si l'on tient compte des difficultés méthodologiques de délimitation dans les infrastructures routières (par exemple pour ce qui concerne l'imputation de l'infrastructure routière aux différents bâtiments dans une zone d'habitat dispersé), les coûts d'infrastructure par habitant dans une zone d'habitat dispersé sont au moins quatre fois plus élevés que dans une zone de villas classique.

Plus le type de localité est urbain, moins sont élevés les coûts subséquents des transports voyageurs privés et publics et les coûts non couverts des transports publics

Dans le domaine des transports, outre la question des coûts de la construction, de l'entretien et de l'exploitation de l'infrastructure routière, il se pose le problème des coûts subséquents des divers comportements des habitants en matière de mobilité dans des milieux bâtis de différente densité et dans des types de localité différents. Les coûts subséquents comprennent les coûts et les avantages externes des transports voyageurs privés et publics³ et les coûts non couverts des transports publics⁴. Des études empiriques montrent que le mitage urbain a des effets sur le comportement en matière de mobilité. Dans les zones à forte densité de constructions, le passage des transports individuels motorisés aux transports publics est plus facile. Les coûts et avantages externes des transports voyageurs privés et publics et les coûts non couverts des transports publics sont grossièrement estimés à partir de telles différences dans le comportement en matière de mobilité.

Les résultats font apparaître d'importantes différences dans les coûts subséquents des divers comportements en matière de mobilité, notamment en fonction du type de localité. Dans les communes rurales, les coûts subséquents sont deux fois plus élevés que dans les grands centres. Il y a deux raisons à cela : premièrement les trajets plus longs parcourus dans les communes rurales, et deuxièmement les coûts non couverts des transports publics, plus élevés également dans les communes rurales. Si les trajets sont plus longs, c'est en raison des plus grandes distances à parcourir jusqu'au lieu de travail ou de formation, aux infrastructures ou aux commerces.

A l'intérieur d'un même type de localité, les différences dans les coûts subséquents entre types de milieu bâti sont faibles. Les coûts externes du trafic routier privé diminuent à mesure que la

³ Ensemble des coûts et avantages externes des transports voyageurs privés et publics : coûts pour la santé (air), coûts pour les bâtiments (air), pertes de récoltes (air), dégâts aux forêts (air), pertes de biodiversité (air), coûts dus au bruit, climat, nature et paysage, dégâts aux sols, coûts des processus en amont et en aval, coûts dus aux accidents, espaces urbains, avantages de la mobilité douce pour la santé.

⁴ Ensemble des coûts non couverts dans les transports publics voyageurs (tramways, bus, trains), c'est-à-dire les coûts d'infrastructure et des moyens de transports après déduction de la part payée par les usagers (prix des transports).

densité est élevée pour atteindre leur valeur la plus basse dans le type S6, mais cette diminution est compensée par l'augmentation des coûts non couverts des transports publics voyageurs.

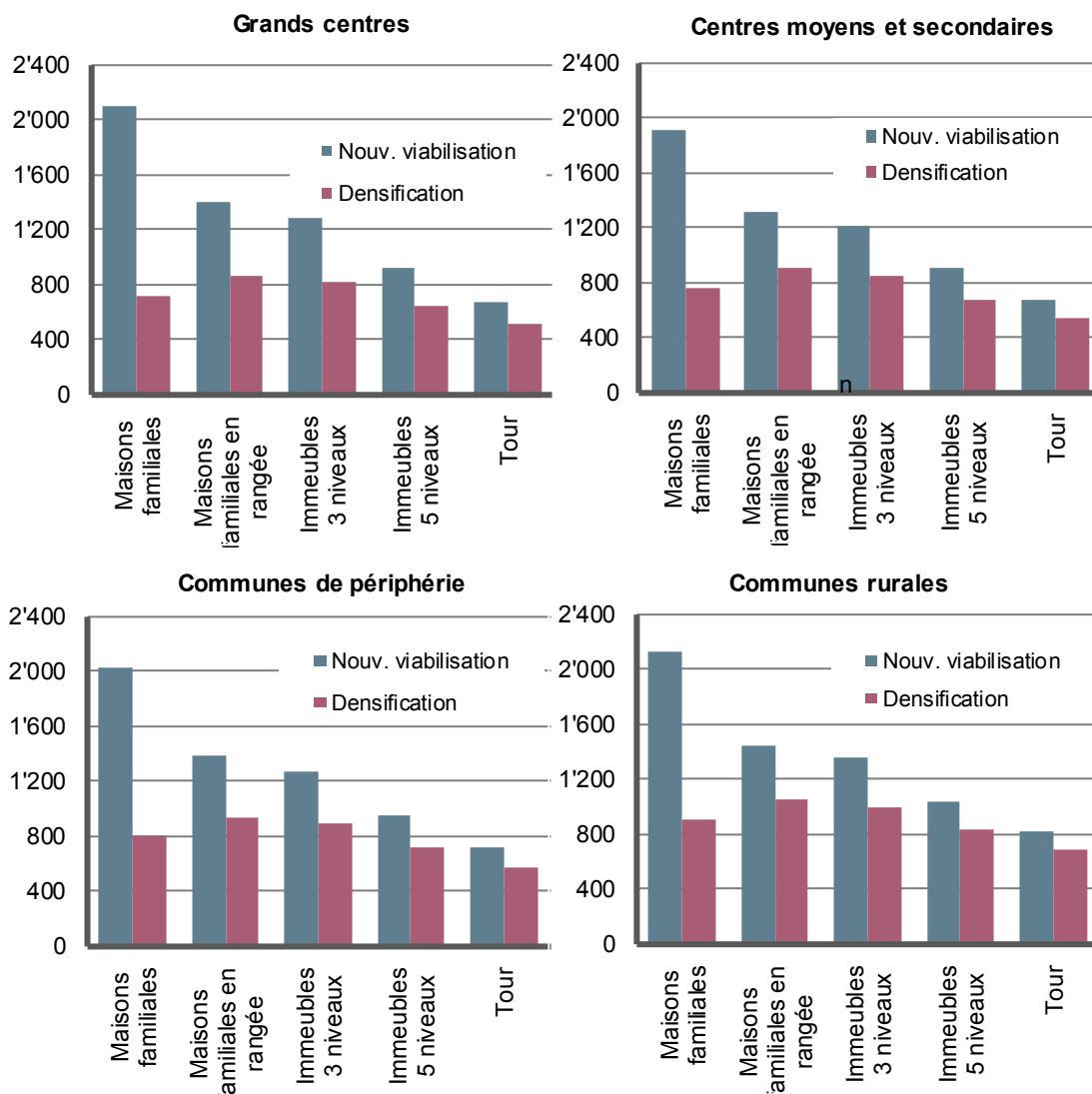
Extension du milieu bâti : densification ou nouvelle viabilisation ?

Les considérations qui précèdent se rapportent aux milieux bâtis existants. Il va être maintenant question des coûts par habitant lors d'une extension du milieu bâti. Le montant des coûts d'infrastructure supplémentaires par habitant (sans les coûts subséquents des transports voyageurs) lors d'une extension du milieu bâti dépend principalement de l'hypothèse de départ sur la manière dont cette extension se réalisera, c'est-à-dire par exemple de la possibilité d'utiliser l'infrastructure existante ou de la nécessité de la compléter. La figure 3 montre les **coûts marginaux à long terme** (sans les coûts subséquents des transports voyageurs) pour les deux hypothèses d'extension, « densification » et « nouvelle viabilisation » :

- *Densification* : de point de vue de l'infrastructure, la densification vers l'intérieur est la forme la plus avantageuse d'extension du milieu bâti. Il y a déjà un équipement général et un équipement de quartier. Les coûts supplémentaires concernent l'exploitation et l'entretien. A long terme cependant, il faut prendre en compte non seulement les coûts d'exploitation et d'entretien, mais aussi les coûts marginaux de capacité (par ex. pour l'épuration des eaux usées ou le redimensionnement des conduites ou des canalisations).
- *Nouvelle viabilisation* : dans le cas d'une extension du milieu bâti par la construction d'un nouveau quartier attenant à la zone urbaine existante, il faut aménager un nouvel équipement de quartier et compléter l'équipement général. Contrairement au cas de densification, il y a donc ici des coûts supplémentaires d'exploitation, d'entretien et d'investissement pour la viabilisation du quartier et les compléments à l'équipement général. Mais en cas de nouvelle viabilisation également, les coûts supplémentaires, par exemple pour l'agrandissement de la STEP, sont inférieurs aux coûts moyens de l'installation existante : ici aussi, comme pour la densification, ne sont pris en compte que les coûts marginaux de capacité.

Lorsque dans une commune, il se pose la question de la manière d'étendre le milieu bâti (par densification de la zone construite existante ou par viabilisation d'un nouveau quartier attenant), la réponse, du point de vue du coût d'infrastructure, est sans équivoque : la densification est toujours plus avantageuse que la viabilisation de nouveaux quartiers. C'est dans les quartiers de villas que la densification permet les économies les plus importantes. Par rapport aux nouvelles viabilisations, les avantages financiers dans l'infrastructure technique y sont de l'ordre de 1'200 à 1'400 francs par habitant et par année. Dans un quartier d'immeubles à cinq niveaux, par exemple, les avantages d'une densification par rapport à de nouvelles viabilisations sont nettement moindres, compris entre 200 et 300 francs par habitant et par année.

Figure 3 : Coûts marginaux à long terme pour les différentes formes d'extension du milieu bâti, en CHF par habitant et par année



Extension du milieu bâti : dans quel type de localité ?

Du point de vue des coûts de l'infrastructure technique, l'endroit – c'est-à-dire le type de localité – où se fait la nouvelle viabilisation n'est pas d'une importance décisive : ce qui est décisif, c'est qu'elle se fasse par un mode de construction dense. Il y a néanmoins une nette hiérarchie des types de localité dans les coûts subséquents des différents comportements en matière de mobilité (coûts et avantages externes et coûts non couverts des transports publics) : de ce point de vue, une nouvelle viabilisation dans un grand centre urbain est nettement plus avantageuse que dans une commune rurale par exemple.

Il n'y a pas de réponse catégorique à la question de savoir s'il faut, sous l'aspect des coûts, préférer une nouvelle viabilisation dans un grand centre urbain à une densification dans une commune rurale. On peut cependant admettre que, du point de vue des coûts d'infrastructure

(y compris les coûts subséquents), tel qu'il est adopté dans la présente étude, une nouvelle viabilisation en milieu urbain est préférable à une densification en milieu rural.

Les « financements croisés » dans les coûts d'infrastructure

L'analyse des données a montré que le mitage urbain entraîne une augmentation des coûts d'infrastructure. D'un point de vue économique, cela ne devient un problème que lorsque l'infrastructure n'est plus financée entièrement par les usagers. Dans les quatre domaines d'infrastructure étudiés, nous avons observé les problèmes suivants, ou des situations de « financements croisés » :

- **Élimination des eaux usées** : en raison du subventionnement des installations de traitement des eaux usées dans le passé, les coûts facturés par le moyen des taxes d'épuration sont nettement inférieurs aux coûts d'infrastructure prévisibles à long terme. On n'observe plus aujourd'hui de problème important de financement croisé entre les différentes zones desservies. En revanche, il existe un risque de financement croisé à l'intérieur des zones de desserte, parce que les taxes d'épuration des eaux des maisons individuelles sont trop basses par comparaison avec celle des immeubles résidentiels ou des tours d'habitation.
- **Alimentation en eau** : le constat est le même que pour l'élimination des eaux usées : (i) pas de financements croisés au-delà des limites de la zone desservie, (ii) augmentation prévisible des taxes en raison de la croissance des coûts à long terme, (iii) financement croisé en faveur des maisons individuelles.
- **Infrastructure routière et coûts subséquents des différents comportements en matière de mobilité** : sur le plan communal, il y a, dans le domaine de l'infrastructure routière, un financement croisé, un « subventionnement » des routes communales par les contribuables au profit des usagers, parce que l'utilisation ne couvre pas les coûts et que ceux-ci ne sont pas imputés aux usagers effectifs comme le demanderait l'application du principe de l'usager payant. Ce financement croisé de l'infrastructure routière reste cependant limité à la commune. Il n'en va pas de même des coûts et avantages externes des transports voyageurs privés et publics et des coûts non couverts des transports publics, pour lesquels il y a « subventionnement » de la part de la collectivité au profit des usagers des transports, et cela à l'échelle autant interrégionale qu'intercommunale.
- **Approvisionnement en courant électrique** : les coûts du réseau dans la région desservie par une entreprise électrique sont entièrement couverts par les usagers. Il n'y a donc pas de financement croisé au-delà de cette région. En revanche, à l'intérieur de la région, il y a une tendance au « subventionnement » de la part des zones à coût de revient avantageux (zones à forte densité d'habitation) au profit des zones à coût de revient plus élevé (d'habitat dispersé). La raison en est l'uniformité de principe des tarifs dans toute la région desservie par la même entreprise électrique.

Réduire les financements croisés en modifiant le système de financement

Les associations professionnelles concernées ont établi des recommandations pour le financement des **infrastructures d'alimentation en eau et d'élimination des eaux usées**. Ces

recommandations pourraient servir de base à l'introduction, dans les communes, d'un financement conforme au principe de l'utilisateur payant et tenant compte au moins en partie des différences de coûts dus à la structure du milieu bâti. Il est donc permis d'escompter que les coûts supplémentaires dus au mitage urbain, pour les infrastructures d'alimentation en eau et d'élimination des eaux usées, seront davantage mis à la charge de ceux qui les occasionnent effectivement. Cela pourra par exemple se faire par une augmentation de la taxe de base par raccordement, dans le cadre de l'accroissement des coûts à long terme, ou par une adaptation du critère de détermination de la taxe de base. Ces modifications auront pour effet qu'il faudra s'attendre à l'avenir, pour les maisons familiales notamment (types de milieu bâti S2 et S1), à ce que les taxes augmentent dans des proportions supérieures à la moyenne en cas d'établissement d'un système de financement conforme au principe de causalité.

La nécessité d'agir est manifeste surtout dans le domaine des **transports voyageurs**. Il s'agit en particulier de mettre à la charge de ceux qui les occasionnent, respectivement des usagers, les coûts subséquents des différents comportements en matière de mobilité (soit les coûts et avantages externes et les coûts non couverts des transports publics), actuellement supportés par la collectivité, et cela au moyen par exemple d'un système de tarification de la mobilité.

Pour ce qui concerne l'**approvisionnement en courant électrique**, la question des différences de coûts en fonction du type de milieu bâti ne figure pas parmi les priorités dans les discussions sur les tarifs. Pour d'autres raisons, comme par exemple l'utilisation croissante d'installations photovoltaïques, l'Association des entreprises électriques suisses demande que la puissance prélevée soit davantage prise en compte dans la tarification. Sur l'introduction de tarifs de puissance et la forme précise qu'ils pourraient prendre le cas échéant, rien n'a été arrêté pour l'instant. Le système adopté pourrait éventuellement entraîner une réduction des actuels financements croisés dus aux différences de structure du milieu bâti.

L'effet du progrès technique sur la structure des coûts

Les considérations et les calculs qui précèdent se fondent sur le système actuel, centralisé, des structures d'approvisionnement et d'élimination. Il n'est guère possible de prévoir l'influence qu'aura le progrès technique sur les coûts d'infrastructure. Il y a et il y aura encore, d'une part, des techniques qui permettront de renouveler ou d'entretenir les structures centrales actuelles de manière plus économique (par exemple l'assainissement des canalisations par tubage intérieur). Et d'autre part, les techniques décentralisées (par exemple le traitement sur site dans l'élimination des eaux usées) deviennent toujours plus avantageuses. La question de savoir si le progrès technique favorisera globalement les structures urbaines à faible densité doit rester pour l'instant sans réponse. On ne peut cependant exclure un infléchissement de la tendance à la centralisation observée dans le passé et donc un progrès technique qui favoriserait les structures d'habitat non concentrées. En d'autres termes, le « mitage urbain » aurait tendance à devenir plus avantageux du point de vue de l'infrastructure, adopté dans le présent rapport, et les différences de coûts, relevées ici, entre zones plus ou moins densément bâties auraient tendance à se réduire.

Sintesi

Lo studio Ecoplan «Sviluppo degli insediamenti e costi dell'infrastruttura», pubblicato nel 2000, è stato spesso oggetto di citazioni e discussioni. Il presente studio, inteso quale aggiornamento dei dati e della metodologia, risponde ai seguenti quesiti:

- A quanto ammontano i costi per l'infrastruttura nei vari tipi di insediamento e di località con densità demografiche diverse?
- Chi sostiene i costi per l'infrastruttura – in quali casi questi ultimi non sono imputati secondo il principio di causalità?

Il presente studio si limita ad analizzare i costi di settori infrastrutturali selezionati e, di conseguenza, considera solo un aspetto parziale dello sviluppo degli insediamenti. Sono oggetto di studio i seguenti settori infrastrutturali:

- acqua (condotte, guaine, bacini ecc.);
- acque di scarico (canalizzazioni per le acque di scarico, impianti di depurazione delle acque di scarico [IDA]);
- trasporti (infrastruttura stradale, esclusa la rete stradale superiore, e costi successivi dei diversi comportamenti nel traffico (costi esterni e benefici e costi scoperti dei trasporti pubblici e del trasporto individuale motorizzato);
- energia elettrica (solo rete).

Calcolo dei costi infrastrutturali per le diverse strutture d'insediamento basato sul modello standard dei costi

Il modello standard dei costi, sviluppato da Ecoplan nel 2000, è stato adottato anche all'estero. I relativi studi esteri dimostrano che i costi dell'infrastruttura tecnica diminuiscono in proporzione all'aumento della densificazione dell'insediamento. Essi giungono perciò ad una conclusione analoga a quella presentata da Ecoplan nel 2000. Il modello standard dei costi è stato utilizzato anche per il presente studio e verificato con dati reali. La seguente figura 1 illustra con uno schema il modello standard dei costi, sull'esempio del finanziamento dello smaltimento delle acque di scarico.

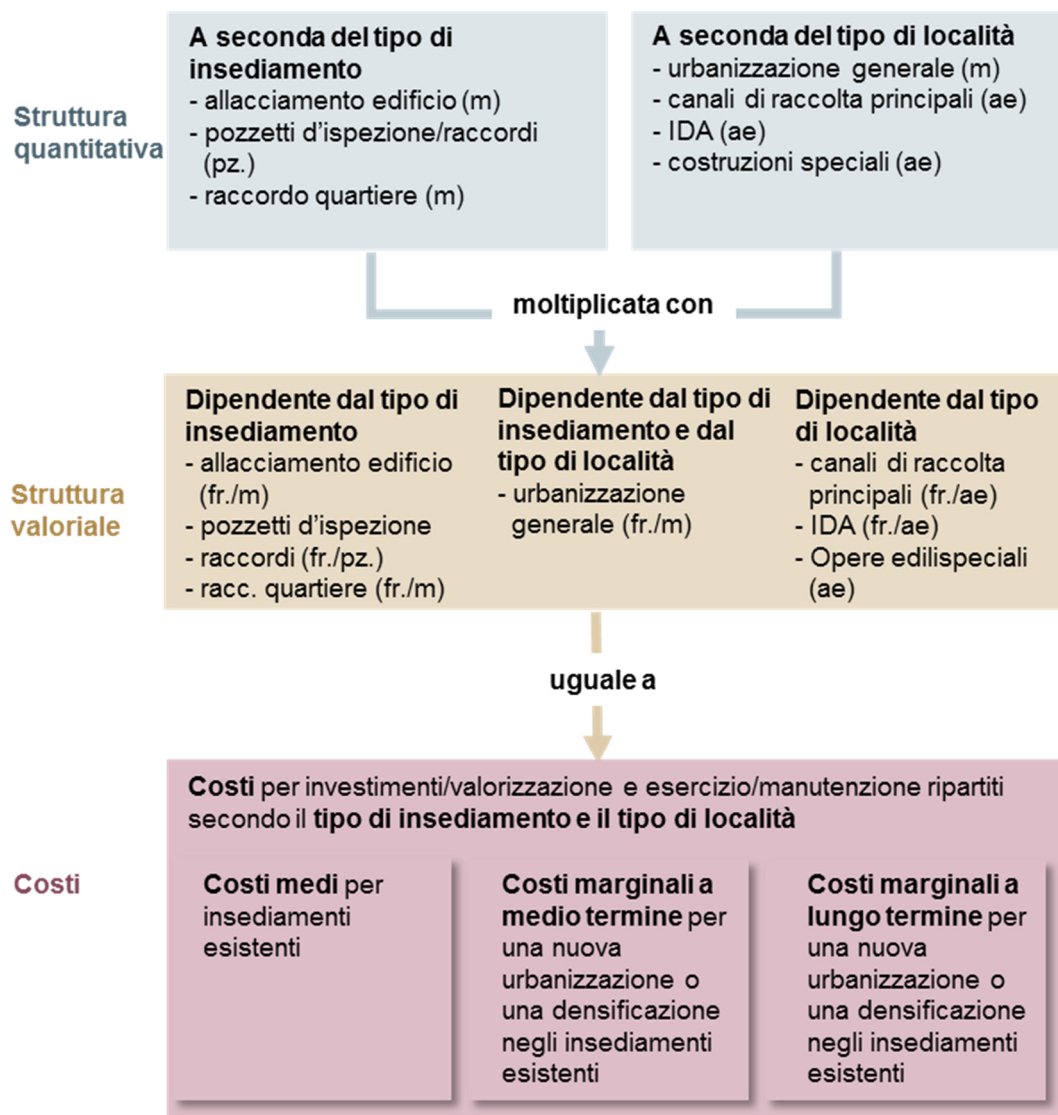
Per quanto concerne il modello standard dei costi si procede alla stima della struttura quantitativa in base al tipo di insediamento o di località (ad es. lunghezza della canalizzazione necessaria per allacciare un edificio) e la si moltiplica con la struttura valoriale (ad es. costi standard per metro lineare della canalizzazione). Il prodotto di quest'operazione rappresenta i costi dell'infrastruttura tecnica, differenziati per tipo di insediamento e tipo di località (figura: esempio di costi per lo smaltimento delle acque di scarico).

In tutti i settori relativi all'infrastruttura sono considerati sia i costi per gli investimenti/valorizzazione che quelli per l'esercizio/manutenzione. I calcoli contemplano, da un lato, l'urbanizzazione secondaria di un insediamento (raccordo del quartiere e allacciamenti dell'edificio) e, dall'altro, la quota computabile dell'urbanizzazione primaria (allacciamento dell'insediamento

alle reti esistenti). Nel settore dei trasporti occorre inoltre considerare anche i costi esterni e i benefici dei trasporti pubblici e del trasporto individuale motorizzato.

Va sottolineato che grazie al modello standard dei costi è possibile illustrare il problema in modo generale. Visto che sia per la struttura quantitativa che per quella valoriale si utilizzano valori standard, i risultati non possono essere applicati direttamente ai singoli Comuni o insediamenti esistenti. Il modello standard dei costi rappresenta tuttavia per i Comuni un ottimo punto di partenza per calcolare i costi infrastrutturali specifici del proprio insediamento.

Figura 1 : Modello standard dei costi, sull'esempio del finanziamento dello smaltimento delle acque di scarico



Abbreviazioni: m: metro
ae: abitante equivalente

Sei tipi di insediamento – dalla più scarsa alla più elevata densificazione

Per tenere conto delle differenze specifiche tra i vari tipi di insediamento, sono state definite le seguenti sei categorie a seconda delle diverse densità di popolazione:

- Il tipo d'insediamento S1 vanta la densificazione più scarsa. Si tratta di singoli edifici indipendenti spesso al di fuori della zona edificabile. Le caratteristiche sono tipiche dello sviluppo compatto, presente soprattutto nei comprensori rurali.
- Il tipo S2 corrisponde al classico insediamento di case unifamiliari.
- Il tipo S3 è un insediamento di case unifamiliari a schiera di recente fattura.
- Il tipo S4 è caratterizzato da un'architettura densificata sotto forma di condominio di tre piani.
- Il tipo S5 è caratterizzato da un'architettura densificata sotto forma di condominio di cinque piani.
- Il tipo S6, di solito un grattacielo, rappresenta l'edificio con la maggiore densificazione.

Quattro tipi di località - dai Comuni urbani a quelli rurali

Per il calcolo dei costi infrastrutturali dei vari tipi di insediamento è importante non solo l'architettura, ma anche il tipo di località in cui si trova l'insediamento. L'installazione e la manutenzione delle canalizzazioni per le acque di scarico, ad esempio, è più costosa nei comprensori urbani che nei Comuni rurali. Il calcolo tiene conto di queste differenze, il modello standard dei costi per la struttura valoriale (ad es. CHF per metro lineare delle canalizzazioni per le acque di scarico) distingue infatti fra quattro tipi di località, basati sulla ripartizione territoriale dell'Ufficio federale dello sviluppo territoriale (ARE), con le seguenti caratteristiche:

- i grandi centri hanno circa 125 000 abitanti;
- i centri medi e periferici dei grandi centri vantano una media di circa 20 000 abitanti;
- i Comuni della cintura dei grandi centri e dei centri medi nonché i Comuni considerati centri piccoli hanno in media circa 3500 abitanti;
- i Comuni rurali contano una media di circa 1500 abitanti.

Più è densificato un insediamento, inferiori sono i costi relativi all'infrastruttura tecnica pro capite

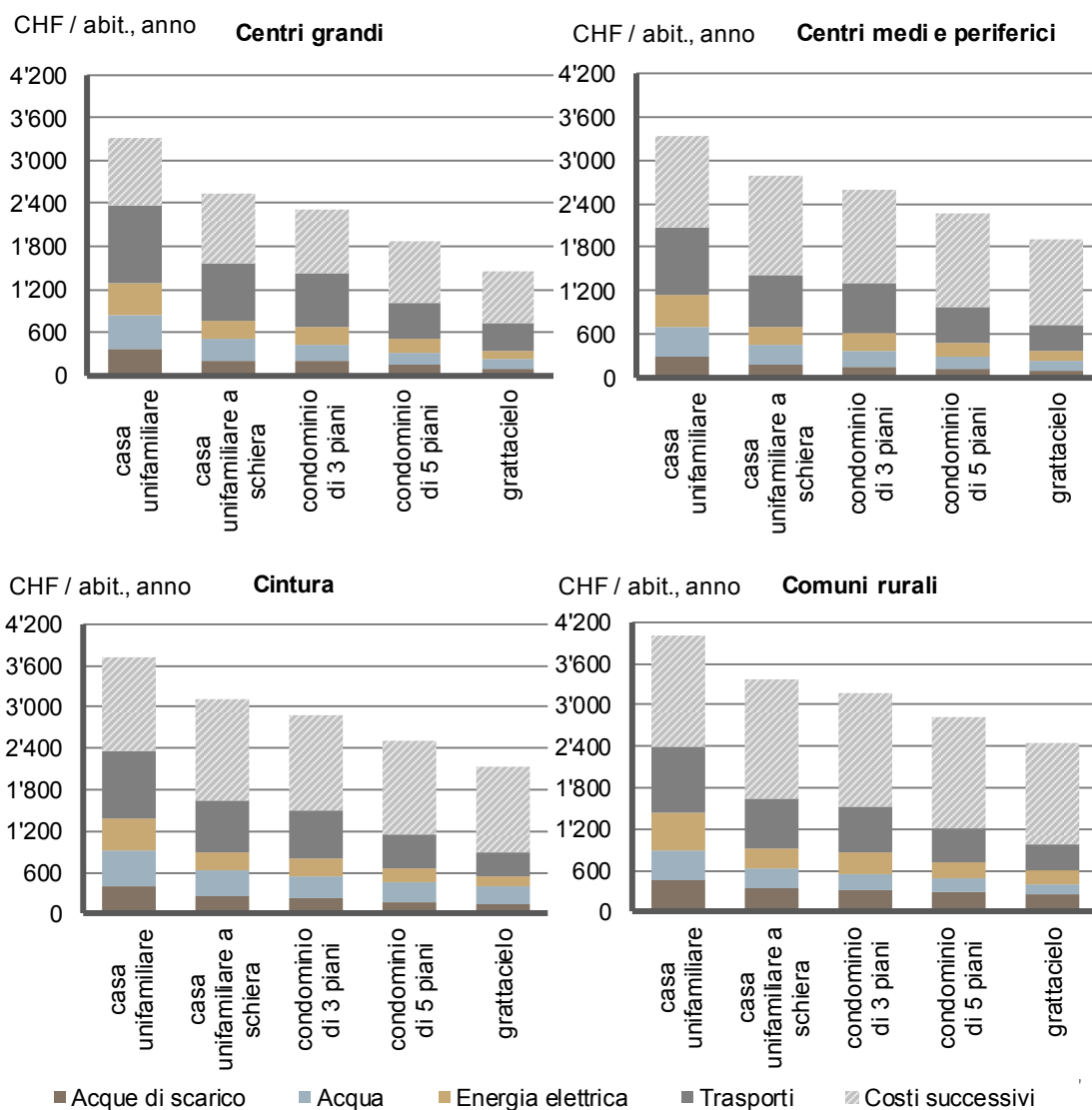
I costi infrastrutturali annui per abitante variano molto a seconda del tipo di insediamento. La figura 2 illustra i risultati dei costi infrastrutturali medi pro capite negli insediamenti esistenti di tipo S2-S6 nei quattro tipi di località (grande centro, centro medio e periferico, Comune della cintura e Comune rurale).

I calcoli dimostrano che i costi infrastrutturali pro capite diminuiscono in proporzione all'aumento della densificazione di popolazione dell'insediamento. Se i costi annui pro capite di un

insediamento di case unifamiliari (S2) in un grande centro ammontano a circa 3400 CHF, i costi infrastrutturali di un insediamento di case unifamiliare a schiera (S3) risultano inferiori del 23 per cento. Se poi sulla stessa parcella fosse stato costruito un grattacielo (S6), i costi pro capite sarebbero diminuiti del cinquanta per cento.

I costi pro capite più elevati, a prescindere dai costi successivi a seguito dei vari comportamenti nel traffico (costi esterni e costi scoperti dei TP), sono causati dall'infrastruttura stradale. Nel contempo, in questo settore, le differenze tra i cinque tipi di insediamento risultano essere più esigue. Gli altri tre settori si situano infatti in un simile ordine di grandezza.

Figura 2 : Costi infrastrutturali medi pro capite negli insediamenti esistenti di tipo d'insediamento nei quattro tipi di località, CHF/abitante all'anno



Alla figura 2 non si fa riferimento all'insediamento disperso (S1), visto che i costi infrastrutturali per abitante risulterebbero ancora più elevati di quelli degli insediamenti di case unifamiliari (S2). Anche tenendo conto del fatto che in materia di infrastruttura stradale la delimitazione è complessa sotto il profilo della metodologia (ad es. imputazione dei costi per l'infrastruttura stradale ai singoli edifici nell'insediamento disperso), nel caso di un insediamento non compatto i costi infrastrutturali pro capite si quadruplicano rispetto a quelli di un insediamento di case unifamiliari.

Più è urbano un tipo di località, inferiori sono i costi successivi dei trasporti pubblici e del trasporto individuale motorizzato nonché i costi scoperti pro capite dei trasporti pubblici

Nel settore dei trasporti, oltre alla questione relativa ai costi di costruzione, manutenzione e esercizio dell'infrastruttura stradale si pone anche il problema dei costi successivi da ricondurre ai diversi comportamenti nel traffico degli abitanti nei diversi tipi di insediamento e di località. I costi successivi comprendono i costi esterni e i benefici dei trasporti pubblici e del trasporto individuale motorizzato⁵ e i costi scoperti dei TP⁶. Studi empirici dimostrano che la dispersione degli insediamenti si ripercuote sul comportamento nel traffico. Negli insediamenti ad alta densificazione è più facile passare dal trasporto individuale motorizzato ai trasporti pubblici. In base alle differenze dei vari comportamenti nel traffico si stimano sommariamente i costi esterni e i benefici nei trasporti pubblici e nel trasporto individuale motorizzato.

I risultati mostrano che i costi successivi da ricondurre ai diversi comportamenti nel traffico variano molto a seconda dei vari tipi di località. Nei Comuni rurali i costi successivi per abitante risultano il doppio di quelli nei grandi centri. I motivi risiedono (i) nelle distanze più lunghe da percorrere nei Comuni rurali (ii) e nella quota maggiore di costi scoperti dei trasporti pubblici nei comprensori rurali. Le maggiori distanze rilevate nei Comuni rurali sono da ricondurre ai tragitti più lunghi per raggiungere il posto di lavoro o il centro di formazione, alle infrastrutture e alle possibilità di acquisto situate in posizioni centrali.

Per quanto concerno i costi successivi, negli stessi tipi di località non vi sono grandi differenze tra i vari tipi di insediamento. Nel caso di una maggiore densificazione, ad esempio nel tipo di insediamento S6, i costi esterni pro capite causati dal traffico stradale privato diminuiscono; il risultato è tuttavia neutralizzato da costi scoperti pro capite più elevati nei trasporti pubblici.

⁵ Tutti i costi esterni e i benefici nei trasporti pubblici e nel trasporto individuale motorizzato: costi della salute (aria), costi degli edifici (aria), perdite di raccolto (aria), danni ai boschi (aria), perdite della biodiversità (aria), costi legati alle emissioni foniche, clima, natura e paesaggio, danni al suolo, costi dei processi a monte e a valle, costi degli incidenti, spazi urbani e il beneficio sulla salute del traffico lento.

⁶ Tutti i costi scoperti nei trasporti pubblici, ovvero i costi per l'infrastruttura e i mezzi di trasporto meno la quota sostenuta dagli utenti (corrispettivo per il trasporto) di tram, bus e ferrovia.

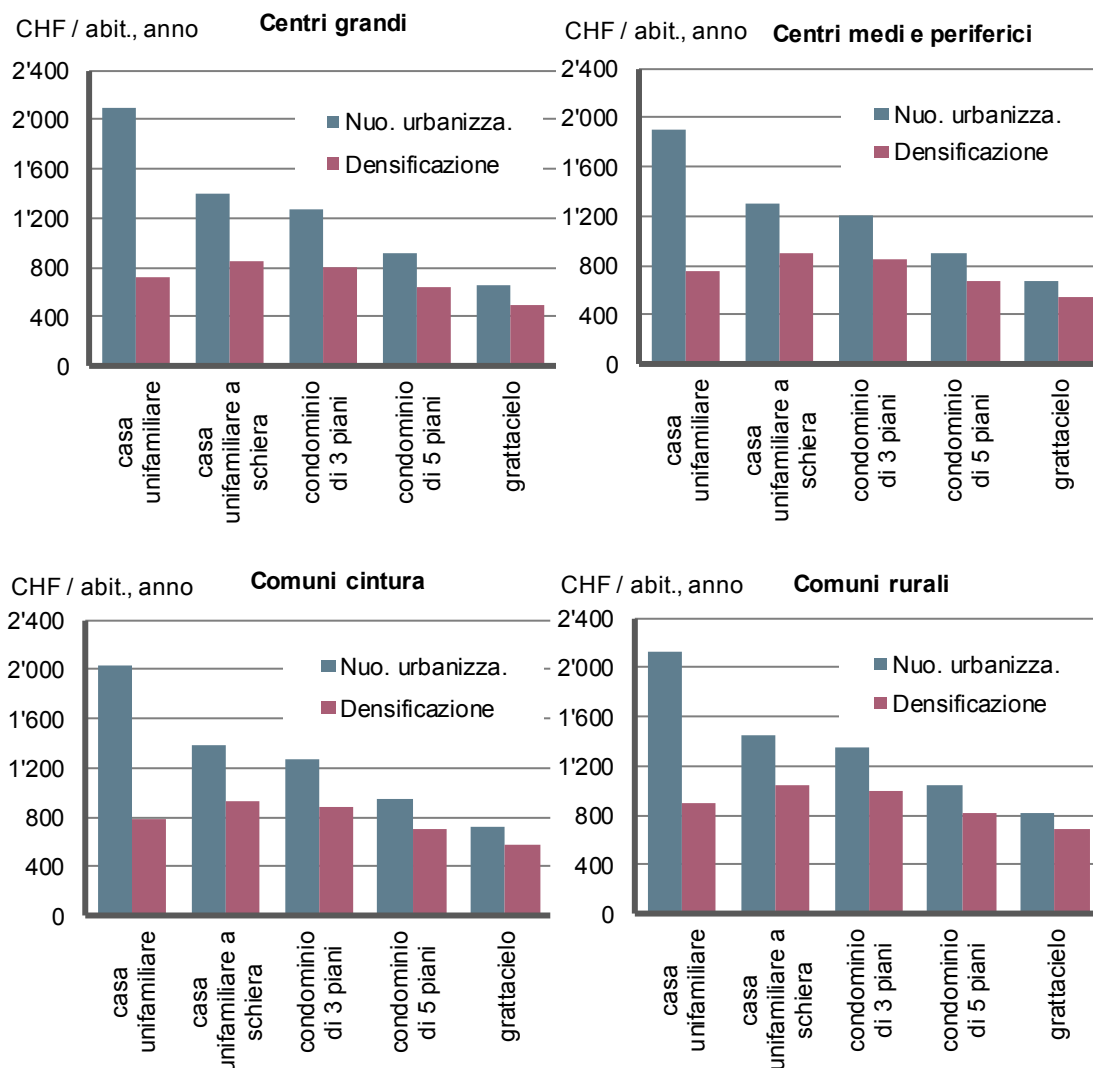
Estensione dell'insediamento – densificazione o nuova urbanizzazione?

Le riflessioni di cui sopra si riferiscono agli insediamenti esistenti. Qui di seguito sono illustrati i costi pro capite nel caso di un'estensione dell'insediamento. L'ammontare dei costi infrastrutturali supplementari per abitante (esclusi i costi successivi del trasporto individuale motorizzato) di un'estensione dell'insediamento dipende in primo luogo dalla forma di estensione, vale a dire se, ad esempio, l'infrastruttura esistente può essere utilizzata senza dover procedere a un potenziamento. La figura 3 illustra i **costi marginali a lungo termine** (esclusi i costi successivi del trasporto individuale motorizzato) per le due forme di estensione dell'insediamento «densificazione» e «nuova urbanizzazione»:

- *Densificazione*: dal punto di vista dell'infrastruttura, la densificazione è la forma più efficiente di estensione di un insediamento. Nel caso di una densificazione, l'urbanizzazione generale e l'urbanizzazione del quartiere è già esistente. I costi supplementari si verificano nell'ambito dell'esercizio e della manutenzione. A lungo termine, oltre ai costi di esercizio e di manutenzione occorre contemplare anche i costi marginali relativi alla capacità (ad esempio pulizia delle canalizzazioni per le acque di scarico o dimensioni più grandi delle condotte o delle canalizzazioni).
- *Nuova urbanizzazione*: nel caso di un'estensione dell'insediamento con integrazione di un nuovo quartiere in un'edificazione esistente, occorre procedere all'urbanizzazione del quartiere e completare l'urbanizzazione generale per il raccordo del nuovo quartiere. Rispetto alla «densificazione» vi sono pertanto ulteriori costi relativi a esercizio, manutenzione, capitale per l'urbanizzazione del quartiere e ulteriore urbanizzazione generale. Anche nel caso di una nuova urbanizzazione i costi supplementari, ad esempio per il potenziamento dell'IDA, saranno inferiori ai costi medi dell'impianto esistente (pure in questo caso, come per la variante «densificazione», vengono considerati solo i costi marginali legati alla capacità).

Se in un determinato Comune si pone la questione su come estendere l'insediamento (densificazione di un insediamento esistente o nuova urbanizzazione del comprensorio confinante all'insediamento esistente), dal punto di vista dei costi infrastrutturali la risposta è univoca: la densificazione risulta essere sempre la variante più redditizia rispetto ad una nuova urbanizzazione. Il risparmio più evidente pro capite di una densificazione rispetto ad una nuova urbanizzazione risulta dall'esempio di un quartiere di case unifamiliari. In questo caso, rispetto a una nuova urbanizzazione, la densificazione permette di realizzare un importante risparmio nell'ambito dell'infrastruttura tecnica dell'ordine di grandezza di circa 1200 - 1400 CHF/abitante all'anno. Il vantaggio della densificazione risulta però più esiguo, ad esempio, nel caso di un quartiere con condomini di cinque piani, consentendo un risparmio di circa 200 - 300 CHF/abitante.

Figura 3 : Costi marginali a lungo termine per le due forme di estensione dell'insediamento «densificazione» e «nuova urbanizzazione», CHF/abitante all'anno



Estensione dell'insediamento – in quale tipo di località?

Per quanto concerne i costi dell'infrastruttura tecnica non è importante in quale tipo di località avvenga la nuova urbanizzazione, purché si applichi un'architettura densificata. Il tipo di località risulta tuttavia determinante per quanto concerne i costi successivi inerenti ai diversi comportamenti nel traffico (costi esterni e benefici nonché costi scoperti dei TP): in merito ai costi successivi, una nuova urbanizzazione risulta molto più conveniente in un grande centro che in un Comune rurale.

Alla domanda se, sotto il profilo dei costi, sia preferibile procedere a una nuova urbanizzazione in un grande centro o alla densificazione in un Comune rurale non è possibile rispondere in modo esaustivo. È tuttavia possibile supporre che, dal punto di vista dei costi infrastrutturali

(inclusi i costi successivi), una nuova urbanizzazione in un comprensorio urbano sia più vantaggiosa rispetto a una densificazione in un Comune rurale.

«Sovvenzionamenti trasversali» dei costi infrastrutturali

Lo studio ha evidenziato che una dispersione degli insediamenti comporta costi per l'infrastruttura più elevati. Dal punto di vista economico ciò rappresenta un problema solo se gli utenti dell'infrastruttura non coprono interamente i costi. Nei quattro settori dell'infrastruttura sottoposti a esame abbiamo constatato i seguenti punti problematici, ossia sovvenzionamenti trasversali:

- **Smaltimento delle acque di scarico:** i costi attualmente computati attraverso le tasse sulle acque di scarico sono nettamente inferiori ai costi infrastrutturali previsti a lungo termine, a causa dei sovvenzionamenti concessi in passato agli IDA. Attualmente non vi sono tuttavia sovvenzionamenti trasversali importanti tra i singoli bacini di smaltimento delle acque di scarico. Il pericolo sussiste tuttavia per quanto riguarda i sovvenzionamenti trasversali all'interno dello stesso bacino. Le tasse sulle acque di scarico applicate alle case unifamiliari risultano infatti troppo esigue rispetto a quelle dei condomini plurifamiliari e ai grattacieli.
- **Approvvigionamento idrico:** vale lo stesso principio applicato allo smaltimento delle acque di scarico: (i) niente «sovvenzionamenti trasversali» tra i vari bacini, (ii) le attuali tasse aumenteranno tuttavia a causa dell'incremento dei costi a lungo termine, (iii) si rilevano sovvenzionamenti trasversali a favore delle case unifamiliari.
- **Infrastruttura stradale e costi successivi dei diversi comportamenti nel traffico:** nel settore dell'*infrastruttura stradale*, a livello comunale, si constatano «sovvenzionamenti trasversali» dai contribuenti agli utenti delle strade, visto che l'utilizzazione delle strade comunali non copre i costi e considerato che questi ultimi non sono imputati agli utenti effettivi secondo il principio di causalità. Per quanto concerne l'infrastruttura stradale i «sovvenzionamenti trasversali» avvengono all'interno del Comune. La situazione si presenta diversa nel caso dei costi esterni e dei benefici nei trasporti pubblici e nel trasporto individuale motorizzato nonché dei costi scoperti nei TP, dove si constatano «sovvenzionamenti trasversali» dalla collettività agli utenti stradali sia a livello interregionale che all'interno del Comune.
- **Approvvigionamento di energia elettrica:** il totale dei costi della rete nel bacino di un'azienda elettrica sono coperti dagli utenti - non vi sono sovvenzionamenti trasversali oltre il bacino. All'interno del bacino dell'azienda elettrica, tuttavia, si riscontrano sovvenzionamenti trasversali tra le zone tendenzialmente più convenienti (densamente popolate) e quelle più costose (insediamenti sparsi). In linea di massima ciò avviene perché all'interno del bacino di un'azienda elettrica sono applicate tariffe unitarie.

Nuovo sistema di finanziamento per ridurre i «sovvenzionamenti trasversali»

Grazie alle raccomandazioni per il finanziamento dell'**infrastruttura idrica e delle acque di scarico** le associazioni del settore dispongono, in linea di massima, delle basi per applicare

nei Comuni un finanziamento che tiene conto del principio di causalità come anche, almeno in parte, delle differenze di costo da ricondurre alla struttura dell'insediamento. È perciò prevedibile che i costi supplementari dovuti alla dispersione degli insediamenti nell'ambito dell'infrastruttura idrica e delle acque di scarico in futuro vengano imputati maggiormente secondo il principio di causalità. Ciò può avvenire, ad esempio, aumentando la tassa di base per l'allacciamento nel quadro di un aumento a lungo termine dei costi oppure adeguando i criteri di calcolo della tassa di base. In futuro, in particolar modo le case unifamiliari (tipi di insediamento S2 e S1), dovranno fare i conti con un aumento delle tasse sproporzionato nel caso di un consolidamento del finanziamento secondo il principio di causalità.

Nel settore del **trasporto individuale motorizzato** vi è maggiore necessità d'intervento. In questo ambito si tratta soprattutto di imputare i costi successivi dei diversi comportamenti nel traffico (costi esterni e benefici nonché costi scoperti dei TP) agli utenti che li causano, secondo un apposito sistema di *mobility pricing*.

Nel campo dell'**approvvigionamento di energia elettrica** le discussioni relative al sistema tariffario non mettono in primo piano le differenze di costo nei diversi tipi di insediamento. Per ragioni diverse, come ad esempio la più intensa diffusione di impianti fotovoltaici, l'Associazione delle aziende elettriche svizzere esige una maggiore considerazione della potenza prelevata per la determinazione delle tariffe elettriche. Resta aperto se e con quali modalità le tariffe basate sulla potenza potranno essere contemplate anche per le economie domestiche. A seconda dell'organizzazione delle tariffe commisurate alla potenza potrebbero essere ridotti anche i sovvenzionamenti trasversali dovuti all'attuale struttura degli insediamenti.

Il progresso in campo tecnico cambia anche la struttura dei costi

Le osservazioni e i calcoli di cui sopra tengono conto delle attuali strutture di smaltimento e di approvvigionamento. È tuttavia estremamente difficile prevedere in quale misura il progresso tecnico influenzerà i futuri costi infrastrutturali. Da un lato vi sono state e vi saranno anche in futuro tecnologie all'avanguardia che consentiranno di rinnovare e di mantenere le attuali strutture centrali in modo più efficiente sotto il profilo dei costi (ad es. risanamento delle canalizzazioni con la tecnica *inline*). Dall'altro, le tecnologie decentrate diventeranno sempre più convenienti (ad es. *On-Site-Treatment* nell'ambito dello smaltimento delle acque di scarico). Resta aperto in quale misura il progresso tecnico possa, nell'insieme, favorire le strutture di insediamento decentrate. Non si può tuttavia escludere che la tendenza alla decentralizzazione osservata in passato venga relativizzata e che, in futuro, il progresso tecnico favorisca sempre più strutture d'insediamento decentrate, vale a dire che la «dispersione», nell'ottica infrastrutturale assunta nel presente rapporto, diventerà tendenzialmente più conveniente e che diminuiranno le differenze di costo tra i vari comprensori con livelli di densificazione diversi.

1 Einleitung

Fragestellung

Die Ecoplan-Studie «Siedlungsentwicklung und Infrastrukturkosten» aus dem Jahr 2000 wurde seit ihrem Erscheinen oft erwähnt und zitiert, aber sie hat auch immer wieder für kontroverse Diskussionen gesorgt. Die vorliegende Studie bietet eine Aktualisierung sowohl daten- als auch methodenmässig.

Das Ziel kann wie folgt in drei Leitfragen zusammengefasst werden:

- Wie hoch sind die Infrastrukturkosten in unterschiedlich dichten Siedlungs- und Ortstypen?
- Welche Faktoren wirken als Kostentreiber?
- Wer trägt die Infrastrukturkosten – und in welchen Fällen trägt sie nicht der Verursacher?

Studie richtet sich an verschiedene Akteure

Die Infrastrukturkosten sind aus verschiedenen Perspektiven interessant, z.B. für Investoren und Planerinnen von Bauvorhaben wie auch für Eigentümerinnen und Bewohner von Siedlungen; aus Sicht der öffentlichen Hand und der Raumplanung sowie aus einer volkswirtschaftlichen Perspektive besteht allerdings ein besonderes Interesse an:

- den volkswirtschaftlichen Kosten einer unterschiedlichen Siedlungsentwicklung, weil eine kosteneffiziente Siedlungsentwicklung auch aus gesamtwirtschaftlicher Sicht erwünscht ist (auch wenn daneben noch weitere Faktoren eine Rolle spielen);
- der Einhaltung des Verursacherprinzips, weil diejenigen Kosten, die nicht von den Verursachenden getragen werden, einen Fehlanreiz bedeuten und damit u.U. ineffiziente Entscheide fördern.

Infrastrukturkosten – nur ein Teilaspekt der Siedlungsentwicklung

Es ist zu beachten, dass aus Sicht der Gemeindepolitik und der Gemeindefinanzen die Infrastrukturkosten nur eine Nebenrolle spielen: Viel wichtiger ist, welche Art von Steuerzahlenden über bestimmte Siedlungsentwicklungen angezogen werden können; daneben spielt zwar auch eine Rolle, welcher (nicht auf die Verursachenden überwälzte) Teil der Infrastrukturkosten für die Gemeinden anfällt, aber noch mehr, welche Folgekosten in weiteren Sachbereichen (z.B. Schule) entstehen. Um die Sicht einer – auch finanziell - optimalen Gemeindeentwicklung einzunehmen, sind daher zahlreiche weitere Aspekte einzubeziehen, die den Rahmen dieser Studie bei weitem sprengen würden. Die Studie liefert aber wichtige Bausteine zu dieser Frage.

2 Methodik und Abgrenzungen

In diesem Kapitel werden die konzeptionellen und methodischen Grundlagen für die Ermittlung der Normkosten erarbeitet. Damit wird die Basis für ein möglichst einheitliches Vorgehen zur Berechnung der Kostenunterschiede in den verschiedenen Infrastrukturbereichen bereitgestellt. Die nachfolgenden Ausführungen sind wie folgt strukturiert:

- In Kapitel 2.1 wird die Methodik generell erläutert.
- Danach werden im Kapitel 2.2 die zu betrachtenden Infrastrukturbereiche festgelegt und gegliedert.
- Anschliessend wird in Kapitel 2.3 diskutiert, welche Kostenkomponenten für die vorliegende Untersuchung grundsätzlich relevant und somit zu erheben sind. Sie dienen als Inputs für den Normkostenansatz, welcher in diesem Abschnitt in seinen Grundzügen beschrieben wird.
- In Kapitel 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. Die Thematik der «Kostenträger» wird in Kapitel 2.5 behandelt.

2.1 Methodik

Der in Ecoplan (2000) verwendete **Normkostenansatz** wurde auch im Ausland angewendet (vgl. Literaturüberblick im Anhang A bzw. Kapitel 6). Diese ausländischen Studien zeigen, dass die Infrastrukturkosten der technischen Infrastruktur mit zunehmender Dichte abnehmen. Sie kommen damit zu einem ähnlichen Schluss wie Ecoplan (2000).

Kemper, Gilgen (2008) kommen auf Basis von **Gemeinderechnungsdaten** von Schweizer Gemeinden zum Schluss, dass sich eine höhere Siedlungsdichte nicht kostensenkend auf die Infrastruktur-Folgekosten auswirkt (vgl. Literaturüberblick im Anhang A, Kapitel 6, Abschnitt b). Da in den Gemeinderechnungen der Grossteil der technischen Infrastruktur (Strom, Wasser und Abwasser) nicht enthalten ist, kann die Methodik und die Daten gemäss Kemper, Gilgen (2008) in der vorliegenden Studie nicht verwendet werden.

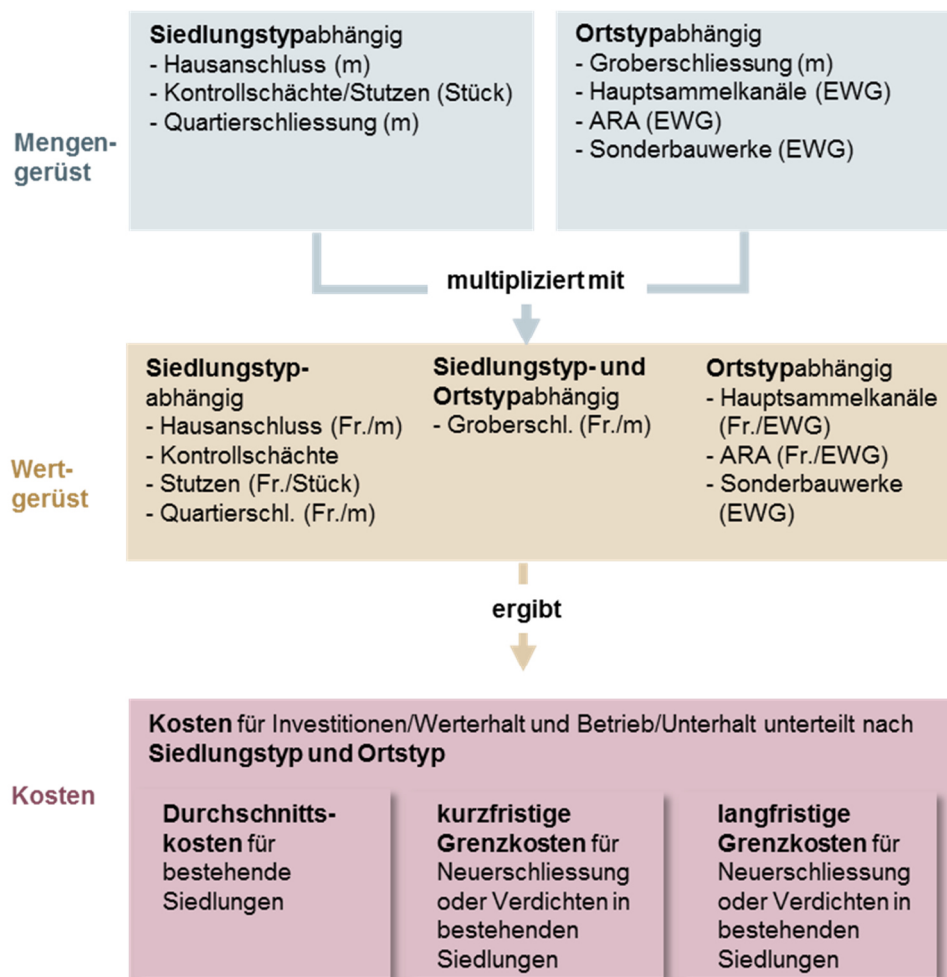
Die Kostenfolgen einer Zersiedlung kann auch mit komplexen Modellen, sog. «**Land Use Models**», analysiert werden (vgl. Literaturüberblick im Anhang A, Kapitel 6, Abschnitt h). Solche komplexen Modelle können für die vorliegende Fragestellung nicht eingesetzt werden, viel mehr können die hier erarbeiteten Resultate als Input in «Land Use Models» Verwendung finden.

Normkostenmethodik im Überblick

Für die Analyse der Infrastrukturkosten in Abhängigkeit unterschiedlich dicht bebauter Siedlungs- und Ortstypen ist der in Ecoplan (2000) entwickelte Normkostenansatz weiterhin die

zielführende methodische Basis. Die nachfolgende Abbildung 2-1 zeigt schematisch die Methodik des Normkostenansatzes am Beispiel der Abwasserentsorgung.

Abbildung 2-1: Normkostenansatz am Beispiel der Abwasserentsorgung



Legende: m: Meter
EWG: Einwohnergleichwert

Mit dem Normkostenansatz wird ein Mengengerüst geschätzt (bspw. die notwendige Kanallänge zur Erschliessung eines Gebäudes) und mit dem Wertgerüst (bspw. Kosten pro Laufmeter Kanal) multipliziert. Das Resultat dieser Multiplikation zeigt dann die Kosten der technischen Infrastruktur differenziert nach Siedlungs- und Ortstypen – in unserem Beispiel in der obigen Abbildung die Kosten der Abwasserentsorgung.

Mengengerüst

In einem dünn besiedelten Gebiet sind zur Erschliessung der Wohnungen längere Kanäle zu bauen als in einem dicht besiedelten Gebiet. Dabei spielt sowohl der Siedlungstyp (also bspw.

Einfamilienhaus versus Mehrfamilienhaus) als auch der Ortstyp (also bspw. Grosszentrum versus ländliche Gemeinde) eine massgebliche Rolle.

Der Siedlungstyp ist massgeblich für die «innere Erschliessung». Je dichter eine bestimmte Fläche bebaut ist, desto geringer ist bspw. die notwendige Kanallänge (bestehend aus Hausanschluss und Quartierserschliessung) pro erschlossenem Einwohner.

Der Ortstyp ist massgeblich für die «äussere Erschliessung» bzw. die Groberschliessung. Eine ländliche Gemeinde hat gegenüber einer städtischen Gemeinde nicht nur mehr Kanallänge pro Einwohner innerhalb der Quartiere, sondern weist bspw. auch eine längere Groberschliessung pro Einwohner auf. Die Groberschliessung versorgt in den ländlichen Gemeinden aufgrund ihrer geringeren Bevölkerungszahl weniger Einwohner als in städtischen Gemeinden.

Wertgerüst

Neben dem Mengengerüst ist auch das Wertgerüst, also bspw. die Kosten pro Laufmeter Kanal, abhängig vom Siedlungs- und Ortstyp. So ist bspw. die Erschliessung eines Hochhauses aufgrund der grösser dimensionierten Kanäle teurer als die Erschliessung eines Einfamilienhauses und damit abhängig vom Siedlungstyp. Weiter spielt es eine grosse Rolle, ob bspw. im ländlichen oder städtischen Raum ein Kanal gebaut wird. In städtischen Räumen ist bspw. der Bau von Kanälen in der Regel deutlich teurer als im ländlichen Raum. Das Wertgerüst ist somit auch abhängig vom Ortstyp.

Kosten

Die berechneten Kosten für Investitionen/Werterhalt sowie Betrieb/Unterhalt werden als Durchschnittskosten der bestehenden Siedlungen, differenziert nach Siedlungs- und Ortstyp ausgewiesen. Für die Frage nach den zusätzlichen Kosten einer Siedlungserweiterung bzw. -verdichtung sind die kurz- und langfristigen Grenzkosten relevant.

Herleitung des Mengen- und Wertgerüsts

Das Mengen- und Wertgerüst wurde für die innere bzw. die Quartierserschliessung ingenieurseitig auf Basis von Erfahrungswerten aus der Baupraxis geschätzt oder berechnet. Für einen Teil der Schweizer Gemeinden liegen zudem Informationen zur Gesamtlänge oder zu den Gesamtkosten des Leitungsnetzes und anderen Erschliessungsanlagen wie bspw. Kläranlagen vor. Das Mengen- und Wertgerüst wurde auf diese empirischen Daten abgeglichen. Aus den mit dem Normkostenansatz berechneten orts- und siedlungsspezifischen Leitungslängen und Kosten können somit die für Schweizer Gemeinden geltenden Durchschnittswerte reproduziert werden. Es muss aber betont werden, dass mit dem Normkostenansatz nur jeweils *durchschnittliche* Leitungslängen und Kosten berechnet werden, also bspw. die durchschnittlich anrechenbare Leitungslänge zur Erschliessung eines Einfamilienhauses in einer ländlichen Gemeinde.

Aussagemöglichkeiten des Normkostenansatzes

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

- Für bestehende Siedlungen unterschiedlicher Art lassen sich die Durchschnittskosten verschiedener Infrastrukturbereiche aufzeigen.
- Soll ein bestehendes Siedlungsgebiet durch einzelne Siedlungen erweitert werden, kann der Normkostenansatz abschätzen, welche zusätzlichen Infrastrukturkosten anfallen.
- 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 die in dieser Studie verwendeten sechs Siedlungstypen verteilt werden. Über eine anschliessende Hochrechnung können die Kosten auf Stufe Gemeinde in ihrer Grössenordnung abgeschätzt werden.

Wichtig ist festzuhalten, dass mit diesem Ansatz die Problematik im Generellen dargestellt werden kann. Da beim Mengengerüst wie auch beim Wertgerüst Normwerte verwendet werden, gelten die Ergebnisse nicht für einzelne real existierende Gemeinden oder Siedlungen. Der Normkostenansatz kann aber für die real existierenden Gemeinde ein guter Startpunkt sein, um die gemeindespezifischen Infrastrukturkosten zu bestimmen.

2.2 Betrachtete Infrastrukturbereiche

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung werden die siedlungs- und ortstypabhängige Kosten folgender Infrastrukturen mit dem Normkostenansatz berechnet:

- **Wasser** (Leitungen, Fassungen, Reservoirs usw.);
- **Abwasser** (Kanäle, ARA);
- **Verkehr – Strasseninfrastruktur** (ohne übergeordnetes Strassennetz);
- **Verkehr** – Folgekosten des **unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens im Personenverkehr** (externe Kosten und Nutzen sowie ungedeckte Kosten);
- **Strom** (nur Netz).

Nicht einbezogen werden folgende Infrastrukturbereiche:

- Telekommunikation;
- Abfall;
- Gas, Fernwärme;
- soziale, kulturelle Infrastruktur (Gesundheit, Polizei, Feuerwehr, Bildung, Kultur, Freizeit, Sport usw.).

2.3 Kostenkomponenten

Grundsätzlich werden die gesamten Kosten der betrachteten Infrastrukturbereiche erhoben. Diese setzen sich zusammen aus:

- Kapitalkosten (Kosten für Werterhalt und Investitionen);
- Betriebs- und Unterhaltskosten;
- Folgekosten des unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens, d.h. externe Kosten und Nutzen des privaten und öffentlichen Personenverkehrs sowie ungedeckte Kosten des öffentlichen Personenverkehrs.

Der Vergleich wird auf Jahreskostenbasis durchgeführt, d.h. alle Kosten werden als jährliche Kosten ausgewiesen. Die einmaligen Investitionskosten werden mit einem Diskontsatz von 3% auf jährliche Kosten umgerechnet. Allfällige reale Teuerungen werden nicht berücksichtigt. Die Jahreskosten werden pro Einwohner, pro Wohneinheit und pro Hektar berechnet.

Durchschnitts- und Grenzkosten

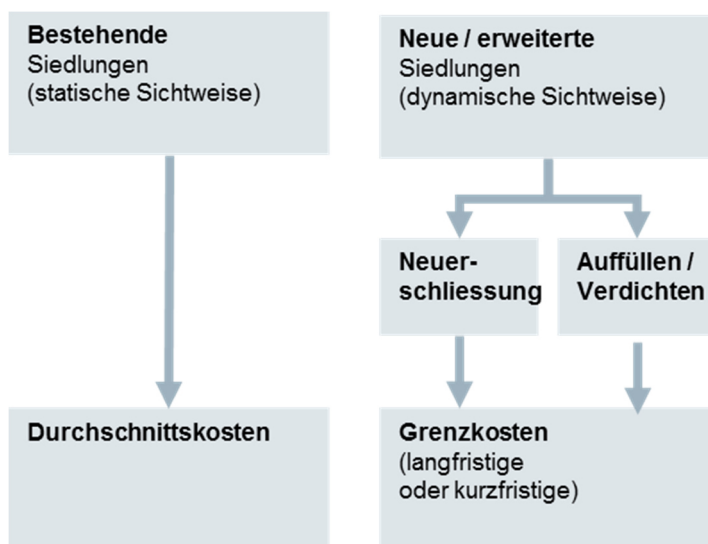
Einerseits können die *durchschnittlichen* Infrastrukturkosten bestehender Siedlungen betrachtet werden (statische Sicht), andererseits die *zusätzlichen* Kosten von neuen oder erweiterten Siedlungen (dynamische Sicht). Im Rahmen dieser Studie werden folgende Kosten betrachtet:

- *Durchschnittskosten*: Im Falle der bestehenden Siedlung interessieren die siedlungstypbedingten Unterschiede bei den Kosten der gebauten Infrastruktur. Bei dieser rückwärtsge wandten 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.
- *Grenzkosten*: 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. Im Bericht werden sowohl für die kurz- als auch die langfristige Sichtweise Resultate präsentiert. Die folgende Abbildung fasst die verschiedenen Sichtweisen zusammen.

Abbildung 2-2: Durchschnittskosten relevant für bestehende Siedlungen, Grenzkosten relevant für neue Siedlungen



2.4 Siedlungs- und Ortstypen

Die Siedlungsstruktur wird in der vorliegenden Studie mit sechs verschiedenen Siedlungstypen und vier verschiedenen Ortstypen charakterisiert.

Die sechs Siedlungstypen

Der Siedlungstyp beschreibt die Bauweise oder den vorherrschenden Gebäudetyp innerhalb eines betrachteten Siedlungsgebietes bzw. Quartiers und ist damit vor allem verantwortlich für die Kosten der «inneren Erschliessung». Wir unterscheiden sechs **normtypische** Siedlungstypen, für welche detaillierte Erschliessungspläne ausgearbeitet wurden (vgl. dazu die Ausführungen im Anhang B, Kapitel 7.1.2). Die Unterscheidung basiert allein auf der Bauweise innerhalb des betrachteten «Normperimeters»:

- 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 Quartierschliessung 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.
- 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.
- Der fünfte Siedlungstyp ist identisch mit dem vierten Siedlungstyp ausser, dass die Blocksiedlung fünfgeschossig ist.
- Beim letzten Siedlungstyp handelt es sich schliesslich um einen grossen, länglichen Wohnblock mit 14 Stockwerken plus Attika und 7 Eingängen. 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.

In der Abbildung 2-3 sind die wichtigsten Ausprägungsmerkmale der sechs Siedlungstypen für einen Perimeter von 6500 m² zusammengefasst. Die Grösse des Perimeters wurde so gewählt, dass alle Siedlungstypen im Rahmen eines gleich grossen Perimeters Platz finden.

Abbildung 2-3: Ausprägung der wichtigsten Merkmale der sechs Siedlungstypen (S1 bis S6)

	S1 Streu Streu- siedlung	S2 EFH Einfam.- haus	S3 REFH Reihen- einfam.- haus	S4 WB3 Wohn- block 3G	S5 WB5 Wohn- block 5G	S6 Hoch- haus
Gebäudetyp						
Anzahl Geschosse / Gebäude	2	2	2	3	5	15
Ausnutzungsziffer	0.04	0.34	0.53	1.00	1.66	3.50
Bruttogeschossfläche / Wohneinheit (WE)	270	203	163	144	144	90
Nettogeschossfläche / WE	224	168	135	119	119	75
Anzahl Personen pro WE	2.6	2.8	3.2	2.0	2.0	1.5
Siedlungseinheit, Perimeter						
Anzahl WE im Perimeter	1	11	21	45	75	253
Grundstücksfläche / WE	6'500	591	310	144	87	26
Anzahl Personen im Perimeter	2.6	30.8	67.2	90.0	150.0	378.8
Fläche des Perimeters	6'500	6'500	6'500	6'500	6'500	6'500

Quelle: Annahmen Ecoplan.

Die vier Ortstypen

Der Ortstyp bedingt in erster Linie die «äussere Erschliessung». So können bspw. beim Bau von Kläranlagen Grössenvorteile erzielt werden. Aufbauend auf der Typologie der Raumgliederung des Bundesamts für Raumentwicklung wurden vier Ortstypen abgeleitet. Die nachfolgende Abbildung zeigt wie die neun Gemeindetypen des Bundesamts für Raumentwicklung auf die in dieser Studie verwendeten vier Ortstypen aggregiert wurden. Die vier Ortstypen können wie folgt charakterisiert werden:

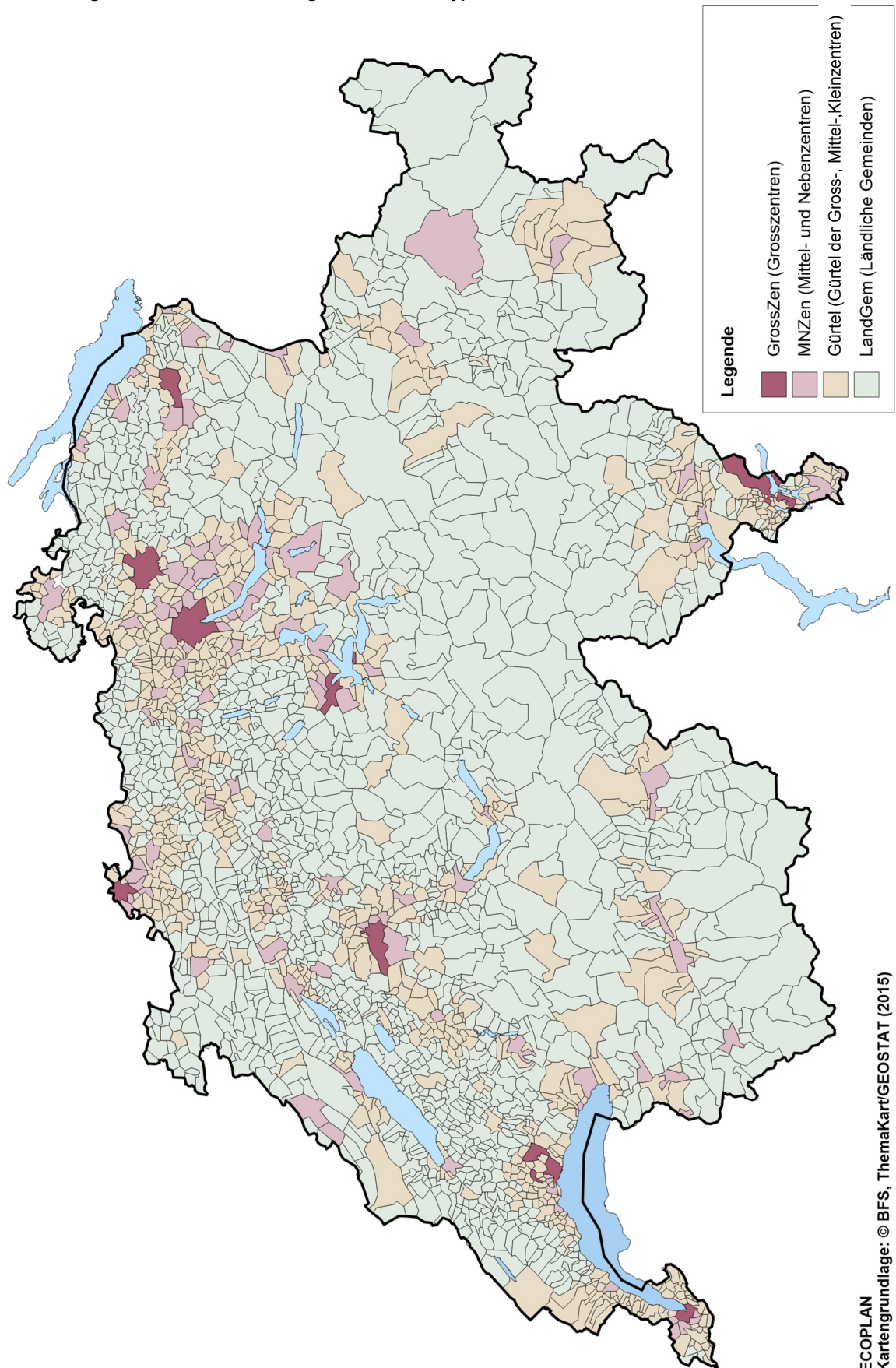
- **GrossZen:** Grosszentren in einer Grössenordnung von 125'000 Einwohnern.
- **MNZen:** Mittelzentren und die Nebenzentren der Grosszentren mit einer durchschnittlichen Einwohnerzahl von rund 20'000.
- **Gürtel:** Gemeinden im Gürtel der Gross- und Mittelzentren sowie Gemeinden, welche als Kleinzentrum dienen. Die durchschnittliche Einwohnerzahl beträgt 3'500.
- **LandGem:** Ländliche Gemeinden mit einer durchschnittlichen Einwohnerzahl von 1'500.

Die Abbildung 2-5 zeigt die räumliche Lage dieser vier Ortstypen.

Abbildung 2-4: Aggregation auf vier Ortstypen

Gemeindetyp ARE		Einwohner [Anteil CH]	Bauzonen- fläche [Anteil CH]	sehr gute, gute Erschlies- sung mit ÖV [Anteil an Bauzonen- fläche]
1	Grosszentren	16%	7%	78%
2	Nebenzentren der Grosszentren	11%	8%	42%
3	Gürtel der Grosszentren	18%	18%	15%
4	Mittelzentren	13%	11%	30%
5	Gürtel der Mittelzentren	16%	18%	9%
6	Kleinzentren	3%	3%	10%
7	Periurbane ländliche Gemeinden	14%	20%	3%
8	Agrargemeinden	7%	10%	1%
9	Touristische Gemeinden	2%	5%	1%
Aggregation auf vier "Ortstypen"				
GrossZen	Grosszentren	16%	7%	78%
MNZen	Mittel- und Nebenzentren	24%	19%	35%
Gürtel	Gürtel der Gross- und Mittelzentren	36%	39%	12%
LandGem	Ländliche Gemeinden	24%	34%	2%

Abbildung 2-5: Räumliche Lage der vier Ortstypen



2.5 Kostendeckung - Verursacherprinzip

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.

In der Praxis werden die Infrastrukturkosten nicht immer vollständig von den Nutzniessenden bezahlt, d.h. sie werden teilweise auf Dritte abgewälzt.

Im Rahmen der vorliegenden Studie werden wir im Kapitel 4.4 nur auf einzelne Aspekte eingehen können und qualitativ folgende beiden Fragen diskutieren:

- *Kostendeckung resp. Verursacherprinzip über ganzen Infrastrukturperimeter:* Kommen die Nutzniessenden insgesamt für die Kosten der Infrastruktur auf oder werden Teile der Kosten auf Dritte abgewälzt (Frage des Tarifniveaus oder der Kostendeckung)?
- *Verursachergerechtigkeit innerhalb des Infrastrukturperimeters zwischen einzelnen Nutzer:* Erfolgt die Kostenanlastung aus der Sicht der individuellen Nutzniessenden verursachergerecht (Frage der verursachergerechten Tarifstruktur)?

3 Berechnung der Infrastrukturkosten

3.1 Einleitung

Nachfolgend wird in aller Kürze dargelegt, für welche Systemgrenzen die berechneten Infrastrukturkosten für die vier untersuchten Infrastrukturbereiche Abwasserentsorgung, Wasserversorgung, Verkehr und Stromversorgung gelten (die Details zur Berechnung der Infrastrukturkosten sind dem Anhang B, Kapitel 7, zu entnehmen). Danach werden die Durchschnittskosten und die lang- sowie kurzfristigen Grenzkosten, differenziert nach Siedlungs- und Ortstypen, dargelegt (die Detailresultate sind im Anhang C, Kapitel 8, zu finden).

3.2 Abwasserentsorgung

97% der Schweizer Bevölkerung sind an einer zentralen Abwasserreinigungsanlage (ARA) angeschlossen (VSA 2015). Die jährlichen Gesamtkosten für Abwasserentsorgung betragen 2.2 Mrd. CHF. Der Wiederbeschaffungswert für die öffentliche Abwasserinfrastruktur beträgt 80 Mrd. CHF. Pro Einwohner entspricht dies einem Anlagenwert zu Wiederbeschaffungskosten von rund 10'000 CHF (VSA/OKI 2011). Die Abwasserentsorgung ist damit ein kostenträchtiger Infrastrukturbereich.

3.2.1 Systemgrenzen Abwasserinfrastruktur

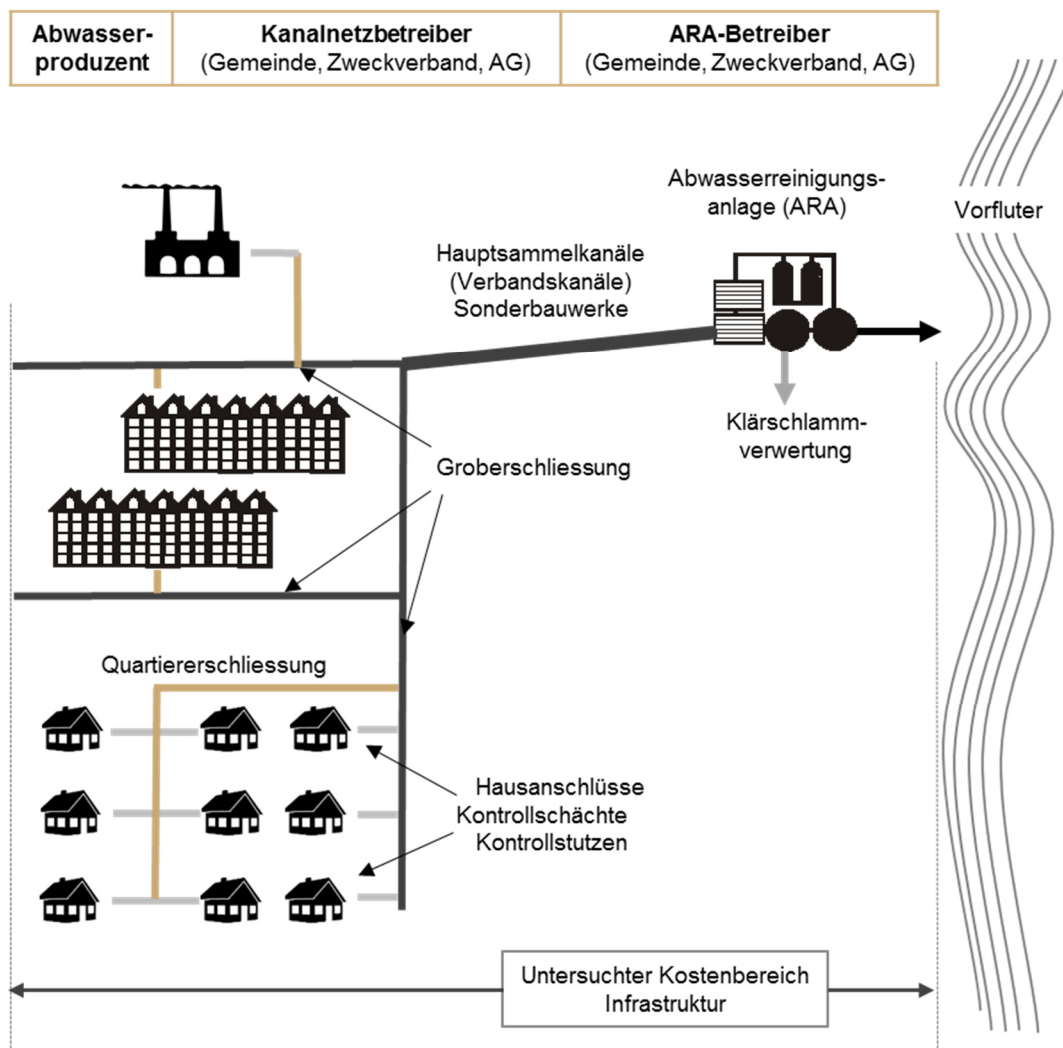
Die nachfolgende Abbildung zeigt, welche Infrastrukturkostenbestandteile im Bereich der zentralen Abwasserentsorgung in dieser Studie erhoben werden. Es sind dies die folgenden Bereiche, deren Kosten abhängig sind vom Orts- oder Siedlungstyp:

- Innere Erschliessung: **Hausanschluss, Kontrollschächte/-Stutzen, Quartiererschliessung**;
- Äussere Erschliessung: **Groberschliessung**, die Zubringerleitungen zur ARA (**regionale Hauptsammelkanäle**), **Sonderbauwerke** (Pumpwerke, Regenbecken, usw.), **Abwasserreinigungsanlage** (inkl. Klärschlammbehandlung).

Nachfolgend sind Kostenbereiche aufgelistet, die im Rahmen der Studie nicht erhoben werden, weil sie fallspezifisch und nicht in Normkosten abbildbar sind: Betriebliche Vorklärungen, Renaturierung von Gewässern, Hochwasserschutz, Störfallvorsorge bzw. Unfallbekämpfung, innerhäusliche Sanitärinstallationen.

Für detaillierte Ausführungen insbesondere auch zum Mengen- und Wertgerüst wird auf den Anhang B (Abschnitt 7.2) verwiesen.

Abbildung 3-1: Systemgrenzen Abwasserinfrastruktur



3.2.2 Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen

a) Durchschnittskosten bestehender Siedlungen

Die Anwendung des Normkostenansatzes für die Durchschnittskosten bestehender Siedlungen ergibt die Ergebnisse in Abbildung 3-2. Die Abbildung zeigt die Durchschnittskosten pro Einwohner, pro Hektar und pro Wohneinheit für die vier Ortstypen. Die letzte Spalte enthält den Durchschnittswert pro Ortstyp, der von der siedlungsspezifischen Zusammensetzung je Ortstyp abhängt (vgl. Abbildung 3-3). Die detaillierten Ergebnisse - gegliedert nach innerer und äusserer Erschliessung - können dem Anhang C (Abschnitt 8.1) entnommen werden.

- Die Ergebnisse zeigen, dass es zwischen den Siedlungstypen teilweise grosse Kostenunterschiede gibt. Die Kosten pro Einwohner betragen im Grosszentrum für eine Einfamilienhaussiedlung (S2) 371 CHF und sinken mit zunehmender Dichte der Siedlung auf 100 CHF

für eine Hochhaussiedlung (S6). In einem Grosszentrum sind die pro Kopf-Kosten der Abwasserentsorgung für ein Einfamilienhausquartier (S2) fast vier Mal so hoch wie für eine Hochhaussiedlung (S6).

Diese Dichtevorteile gelten, obwohl die Erschliessung einer Hektare mit Hochhäusern drei Mal so teuer ist als die Erschliessung einer Hektare mit Einfamilienhäusern.

Deutliche Kostenvorteile für dichtere Siedlungen zeigen sich auch in Bezug auf die Wohneinheiten. Hier ist allerdings zu beachten, dass die Wohnfläche und auch die Anzahl Einwohner pro Wohnung in dichteren Siedlungen kleiner ist als bspw. in Einfamilienhaus-siedlungen.

- Der Vergleich der Ortstypen zeigt, dass die Kosten pro Einwohner im Grosszentrum am tiefsten sind und mit abnehmender Dichte steigen. So betragen die Kosten in einer ländlichen Gemeinde für einen Einwohner dreimal mehr als in einem Grosszentrum. Die Kostenvorteile in einem Grosszentrum ergeben sich insbesondere aufgrund der Grössenvorteile bei der ARA und den geringeren Kosten für die Verbandskanäle.

Abbildung 3-2: Durchschnittliche Kosten für die Abwasserentsorgung bestehender Siedlungen

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im Ø*
CHF pro EinwohnerIn							
GrossZen	1'846	371	212	190	138	100	159
MNZen	1'080	287	172	156	128	107	184
Gürtel	1'728	399	249	228	181	147	336
LandGem	1'467	462	332	315	280	253	482
CHF pro Hektar							
<i>Anzahl Einw. pro Hektar</i>	<i>0.4</i>	<i>4.7</i>	<i>10.3</i>	<i>13.9</i>	<i>23.0</i>	<i>57.7</i>	
GrossZen	738	1'756	2'190	2'636	3'170	5'745	3'877
MNZen	432	1'361	1'771	2'170	2'939	6'163	2'668
Gürtel	691	1'891	2'575	3'172	4'169	8'468	2'931
LandGem	587	2'189	3'432	4'378	6'428	14'612	3'569
CHF pro Wohneinheit							
<i>Anzahl Einwohner pro Wohneinheit</i>	<i>2.6</i>	<i>2.8</i>	<i>3.2</i>	<i>2.0</i>	<i>2.0</i>	<i>1.5</i>	
GrossZen	4'799	1'038	679	380	276	149	339
MNZen	2'807	804	549	312	256	160	437
Gürtel	4'493	1'117	798	457	363	220	862
LandGem	3'815	1'294	1'064	630	559	380	1'244

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 3-3: Bevölkerungsanteile in den sechs Siedlungstypen (S1 bis S6), differenziert nach Ortstyp

Siedlungs- typ	Ortstyp				Total
	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem	
S1	0.4%	1.6%	3.8%	10.7%	4%
S2	9.5%	21.7%	36.3%	33.0%	28%
S3	2.3%	7.6%	12.4%	16.1%	10%
S4	7.9%	19.4%	20.6%	21.8%	18%
S5	44.2%	39.0%	24.1%	17.3%	29%
S6	35.6%	10.8%	2.9%	1.1%	10%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

b) Langfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung

Die langfristigen Grenzkosten geben einen Hinweis auf die zusätzlichen (langfristigen) Kosten einer Siedlungserweiterung. Die Ergebnisse können der folgenden Abbildung 3-4 oder detaillierter dem Anhang C (Abschnitt 8.1) entnommen werden. Für die Berechnungen wurde unterstellt, dass mit der Siedlungserweiterung auch eine anteilmässige Erweiterung der Groberschliessung sowie längerfristig eine grössere Dimensionierung der ARA und der Sonderbauwerke erforderlich sind. Die innere Erschliessung muss vollständig neu erstellt werden.

Abbildung 3-4: Langfristige Grenzkosten für die Abwasserentsorgung bei Neuerschliessung

Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im Ø*
CHF pro EinwohnerIn							
GrossZen	1'214	271	146	129	96	72	113
MNZen	1'059	266	151	136	107	86	163
Gürtel	1'424	322	197	169	130	100	264
LandGem	1'365	360	230	213	177	151	380
CHF pro Hektar							
<i>Anzahl Einw. pro Hektar</i>	0.4	4.7	10.3	13.9	23.0	57.7	
GrossZen	486	1'283	1'504	1'791	2'215	4'160	2'761
MNZen	423	1'263	1'557	1'886	2'465	4'968	2'261
Gürtel	570	1'525	2'032	2'345	2'988	5'790	2'195
LandGem	546	1'705	2'376	2'957	4'076	8'710	2'451
CHF pro Wohneinheit							
<i>Anzahl Einwohner pro Wohneinheit</i>	2.6	2.8	3.2	2.0	2.0	1.5	
GrossZen	3'157	758	466	258	193	108	240
MNZen	2'753	746	483	272	214	129	392
Gürtel	3'703	902	630	338	260	151	682
LandGem	3'549	1'007	737	426	355	226	986

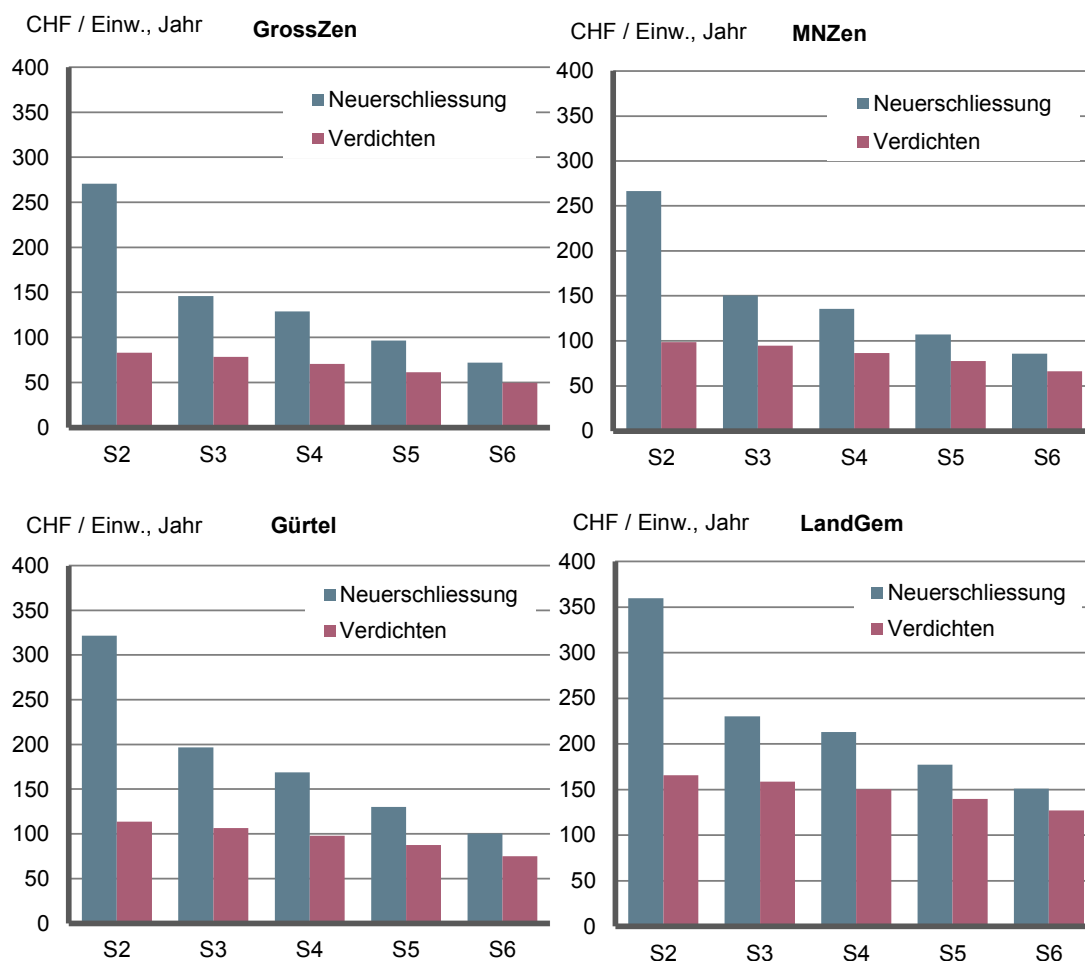
* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Die langfristigen Grenzkosten für eine Siedlungserweiterung liegen um 10% bis 30% unter den Pro-Kopf-Durchschnittskosten. Die tieferen langfristigen Grenzkosten sind insbesondere auf das bestehende Leitungsnetz (Groberschliessung und Hauptsammelkanäle) zurückzuführen. Das zusätzliche Abwasser der neuen Siedlungen kann zwar zu höheren Kanaldurchmessern führen. Dies bedeutet bspw., dass beim nach Ablauf der Lebensdauer anfallenden Ersatz der Kanäle Zusatzkosten aufgrund der grösseren Kanaldurchmessern entstehen. Diese Zusatzkosten sind allerdings gering.

Den vorangegangenen Ergebnissen liegt der Fall «Neuerschliessung» zugrunde, also eine Siedlungserweiterung am Rand des bestehenden Siedlungsgebietes. Der Abbildung 3-5 kann entnommen werden, wie sich die Abwasserentsorgungskosten verändern, wenn die Siedlungen verdichtet werden. Dazu wird unterstellt, dass keine neue Groberschliessung erstellt werden muss und auch die Quartierschliessung bereits vorhanden ist. Die Abbildung zeigt auf, wie viel durch eine bessere Auslastung der bestehenden Groberschliessung gegenüber einer «Neuerschliessung» eingespart werden kann:

- Bei den Einfamilienhaus-Siedlungen können mit einer verdichteten Siedlungserweiterung die grössten Einsparungen gegenüber einer Neuerschliessung erzielt werden. Die jährlichen Einsparungen betragen für Einfamilienhäuser in einem Grosszentrum ca. 190 CHF / Einwohner. Am kleinsten sind die Effekte aufgrund einer verdichteten Siedlungserweiterung bei den Hochhaus-Siedlungen, wo die jährlichen Einsparungen in einem Grosszentrum 20 CHF / Einwohner betragen.
- Eine Neuerschliessung eines Gebietes im Grosszentrum mit Reiheneinfamilienhäusern (S3) ist etwa gleich teuer wie die Verdichtung in einer ländlichen Gemeinde mittels Reiheneinfamilienhäusern. D.h. eine bessere Ausnutzung der bestehenden Groberschliessung in ländlichen Gemeinden muss nicht zwingend kostengünstiger sein als die Neuerschliessung in den Grosszentren.

Abbildung 3-5: Abwasserentsorgung bei Neuerschliessung resp. verdichteter Siedlungserweiterung



c) Kurzfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung

Die kurzfristigen Grenzkosten der Abwasserentsorgung liegen bei allen Ortstypen um 20% bis 30% unter den langfristigen Grenzkosten. Die Unterschiede zeigen sich v.a. bei der äusseren Erschliessung. Kurzfristig entfallen die Kosten für die Erweiterung bzw. Sanierung der ARA. Die unmittelbar anfallenden Kosten einer Siedlungserweiterung zeigen somit nicht die langfristig zu erwartenden Kosten an. Die detaillierten Ergebnisse können dem Anhang C (Abschnitt 8.1) entnommen werden.

3.3 Wasserversorgung

Über 2'500 Wasserwerke (Gemeinden, Zweckverbände, Genossenschaften) sind in der Schweiz für die öffentliche Wasserversorgung zuständig. Die gesamte Wasserabgabe beläuft sich auf jährlich rund 900 Mio. m³, wovon – nach Abzug der Verluste oder nicht fakturiertem Wasserkonsum - rund 730 Mio. m³ verkauft werden (SVGW 2015).

Der Wiederbeschaffungswert der Trinkwasserversorgungsinfrastruktur beträgt rund 110 Mrd. CHF (Schalcher et al. 2011). Allein der jährliche Erhaltungsbedarf beträgt rund 2.3 Mrd. CHF oder 290 CHF pro Einwohner und Jahr (Schalcher et al. 2011). Die Kosten der Trinkwasserversorgung sind damit in etwa gleich gross wie diejenigen der Abwasserentsorgung.

3.3.1 Systemgrenzen Wasserinfrastruktur

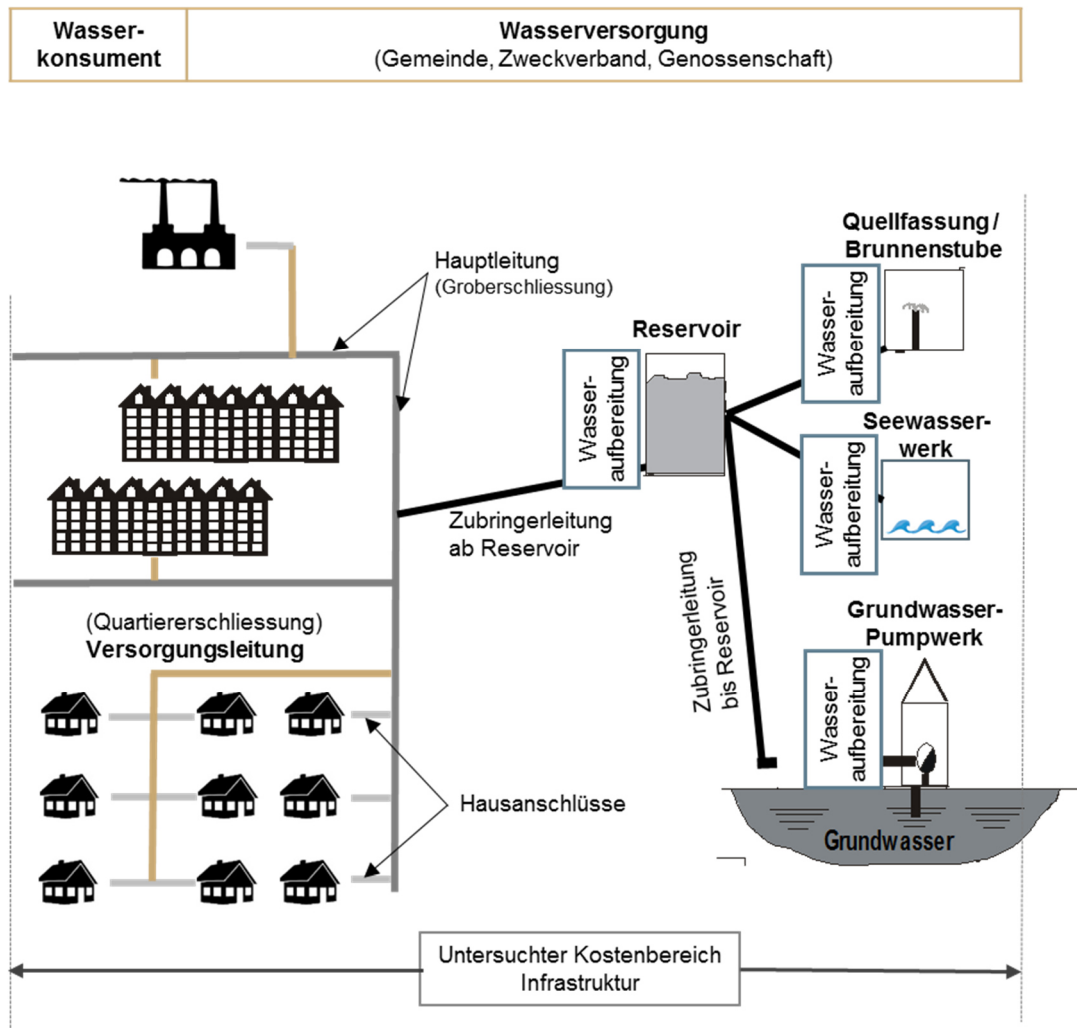
Abbildung 3-6 enthält eine vereinfachte Darstellung einer Wasserversorgung für eine mittel-grosse Gemeinde. Es ist davon auszugehen, dass sämtliche Infrastrukturkostenbestandteile vom Orts- oder Siedlungstyp abhängig sind, wenn auch in unterschiedlichem Ausmass:

- Innere Erschliessung: **Hausanschluss, Hydranten, Quartierserschliessung;**
- Äussere Erschliessung: **Wassergewinnung, Reservoir (unter Berücksichtigung Dimensionierung Löschwasser), Zubringerleitungen, Pumpkosten, Groberschliessung.**

Nicht berücksichtigt werden die Hausinstallationen (Systemgrenze bis loco Haus).

Für detaillierte Ausführungen insbesondere auch zum Mengen- und Wertgerüst wird auf den Anhang B (Abschnitt 7.3) verwiesen.

Abbildung 3-6: Systemgrenzen Wasserinfrastruktur



Bemerkung: Die Hausinstallationen sind nicht Teil des betrachteten Systems.

3.3.2 Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen

a) Durchschnittskosten bestehender Siedlungen

Die Anwendung des Normkostenansatzes für die Durchschnittskosten bestehender Siedlungen ergibt die Ergebnisse in Abbildung 3-7. Die Abbildung zeigt die Durchschnittskosten pro Einwohner, pro Hektar und pro Wohneinheit für die vier Ortstypen. Die letzte Spalte enthält den Durchschnittswert pro Ortstyp, der von der siedlungsspezifischen Zusammensetzung je Ortstyp abhängt (vgl. Abbildung 3-8). Die detaillierten Ergebnisse gegliedert nach innerer und äusserer Erschliessung können dem Anhang C (Abschnitt 8.2) entnommen werden.

- Die Ergebnisse zeigen, dass es grosse Kostenunterschiede zwischen den Siedlungstypen gibt: Beim Grosszentrum betragen die Kosten pro Einwohner in einer Hochhausiedlung

(S6) 116 CHF, während diese bei der Einfamilienhaussiedlung (S2) mit 463 CHF deutlich höher sind. Diese Entwicklung ist vor allem auf die Kapitalkosten der äusseren Erschliessung zurückzuführen.

- Beim Vergleich der einzelnen Ortstypen lässt sich feststellen, dass die Durchschnittskosten beim dichtesten Ortstyp Grosszentrum am tiefsten sind und mit abnehmender Dichte steigen. Entsprechend weisen die ländlichen Gemeinden die höchsten Kosten auf, was insbesondere mit der Siedlungsstruktur zu begründen ist. Wie beim Abwasser zeigt sich auch bei der Wasserversorgung, dass die pro Kopf-Kosten der Wasserversorgung für ein Einfamilienhausquartier (S2) bis zu vier Mal so hoch sind wie in einer Hochhaussiedlung (S6).

Abbildung 3-7: Durchschnittliche Kosten für die Wasserversorgung bestehender Siedlungen

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im Ø*
CHF pro EinwohnerIn							
GrossZen	1'341	463	284	220	160	116	185
MNZen	966	413	271	212	172	132	247
Gürtel	1'099	528	379	320	273	239	418
LandGem	960	432	293	233	194	156	378
CHF pro Hektar							
<i>Anzahl Einw. pro Hektar</i>	<i>0.4</i>	<i>4.7</i>	<i>10.3</i>	<i>13.9</i>	<i>23.0</i>	<i>57.7</i>	
GrossZen	536	2'192	2'933	3'059	3'675	6'668	4'521
MNZen	386	1'955	2'797	2'939	3'943	7'636	3'573
Gürtel	439	2'502	3'913	4'440	6'265	13'764	4'227
LandGem	384	2'047	3'020	3'243	4'464	9'009	2'783
CHF pro Wohneinheit							
<i>Anzahl Einwohner pro Wohneinheit</i>	<i>2.6</i>	<i>2.8</i>	<i>3.2</i>	<i>2.0</i>	<i>2.0</i>	<i>1.5</i>	
GrossZen	3'486	1'295	909	441	320	173	397
MNZen	2'511	1'155	867	423	343	199	593
Gürtel	2'857	1'479	1'213	639	545	358	1'068
LandGem	2'495	1'210	936	467	388	234	988

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 3-8: Bevölkerungsanteile in den sechs Siedlungstypen (S1 bis S6), differenziert nach Ortstyp

Siedlungs- typ	Ortstyp				Total
	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem	
S1	0.4%	1.6%	3.8%	10.7%	4%
S2	9.5%	21.7%	36.3%	33.0%	28%
S3	2.3%	7.6%	12.4%	16.1%	10%
S4	7.9%	19.4%	20.6%	21.8%	18%
S5	44.2%	39.0%	24.1%	17.3%	29%
S6	35.6%	10.8%	2.9%	1.1%	10%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

b) Langfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung

Die langfristigen Grenzkosten geben einen Hinweis auf die zusätzlichen (langfristigen) Kosten einer Siedlungserweiterung. Die Ergebnisse können der folgenden Abbildung 3-9 oder detaillierter im Anhang C (Abschnitt 8.2) entnommen werden. Für die Berechnungen wurde 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 für die innere Erschliessung ist damit das gleiche wie bei den Durchschnittskosten.

Der Vergleich zwischen den Durchschnittskosten für die bestehenden Siedlungen und den langfristigen Grenzkosten für neue Siedlungen zeigt, dass die langfristigen Grenzkosten unter den Durchschnittskosten liegen. Kostenunterschiede zwischen den langfristigen Grenzkosten und den Durchschnittskosten zeigen sich gemäss den detaillierten Ergebnissen in Abschnitt 8.2 bei der äusseren Erschliessung: Die Zubringerleitung, Reservoir und Wassergewinnungsanlagen müssen nicht separat für die neue Siedlung erstellt werden, sondern bestehen bereits. Gewisse Anlagen wie z.B. Reservoir und Wassergewinnungsanlagen müssen beim Ersatz bzw. der Erneuerung etwas grösser dimensioniert werden, falls der Bedarf durch neu angesiedelte Gebiete steigt. Wir gehen davon aus, dass sich bei diesen Anlagen gewisse Skaleneffekte ergeben. Die spezifischen Kosten pro Einwohner mit der zunehmenden Grösse der Anlage also abnehmen. In diesem Sinne liegen die zusätzlichen Grenzkosten der Investitionen (Kapitalkosten) der äusseren Erschliessung unter den Durchschnittskosten von bestehenden Siedlungen.

Abbildung 3-9: Langfristige Grenzkosten für die Wasserversorgung bei Neuerschliessung

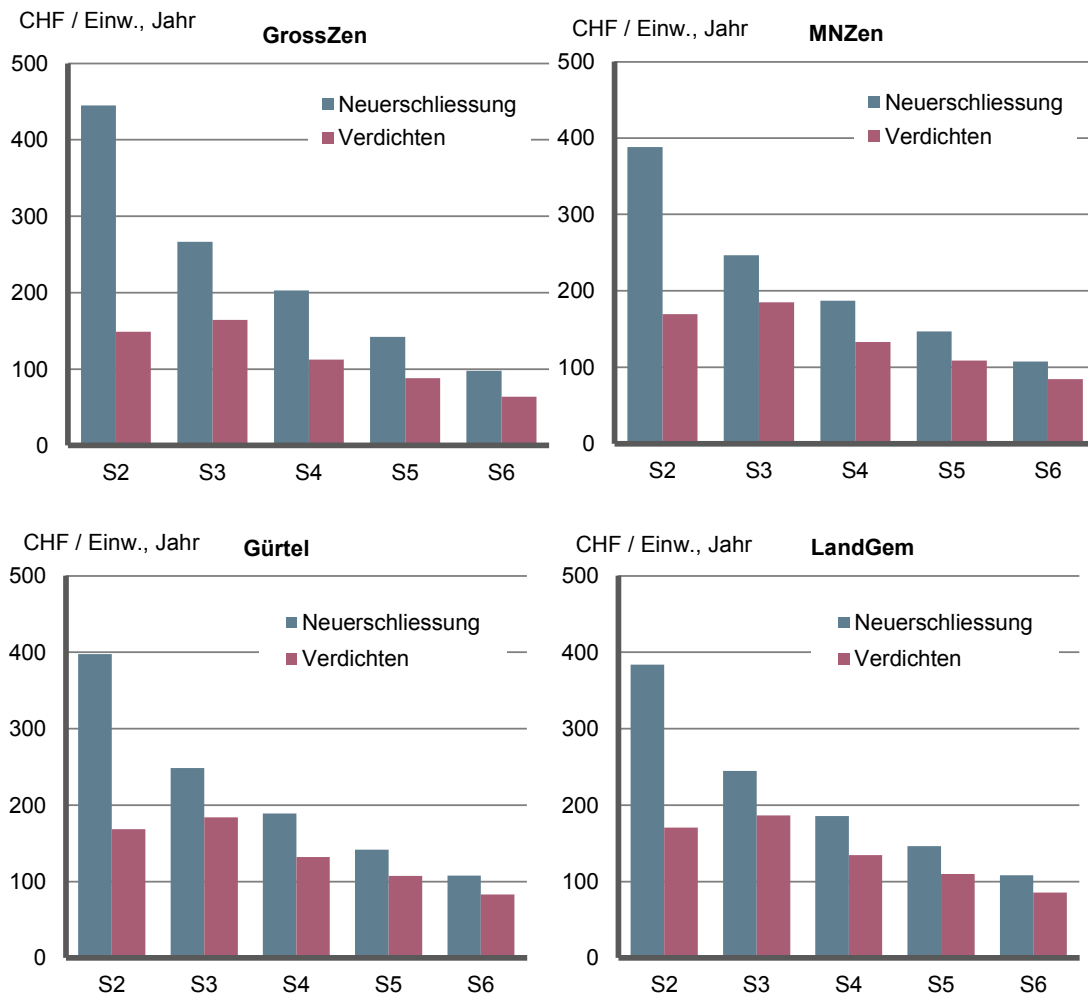
Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im Ø*
CHF pro EinwohnerIn							
GrossZen	1'323	445	267	203	142	98	168
MNZen	941	388	247	187	147	108	223
Gürtel	968	397	248	189	142	108	288
LandGem	912	384	245	185	146	108	330
CHF pro Hektar							
<i>Anzahl Einw. pro Hektar</i>	<i>0.4</i>	<i>4.7</i>	<i>10.3</i>	<i>13.9</i>	<i>23.0</i>	<i>57.7</i>	
GrossZen	529	2'109	2'752	2'815	3'272	5'654	3'950
MNZen	377	1'839	2'545	2'599	3'381	6'224	3'091
Gürtel	387	1'883	2'564	2'625	3'259	6'221	2'519
LandGem	365	1'819	2'524	2'576	3'360	6'239	2'259
CHF pro Wohneinheit							
<i>Anzahl Einwohner pro Wohneinheit</i>	<i>2.6</i>	<i>2.8</i>	<i>3.2</i>	<i>2.0</i>	<i>2.0</i>	<i>1.5</i>	
GrossZen	3'440	1'246	853	405	285	147	363
MNZen	2'447	1'087	789	374	294	162	538
Gürtel	2'517	1'113	795	378	284	162	748
LandGem	2'371	1'075	783	371	292	162	867

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Den vorangegangenen Ergebnissen liegt der Fall «Neuerschliessung» zugrunde, also eine Siedlungserweiterung am Rand des bestehenden Siedlungsgebietes. Der Abbildung 3-10 kann entnommen werden, wie sich die Wasserversorgungskosten verändern, wenn die Siedlungserweiterung verdichtet erfolgt. Dafür wird unterstellt, dass keine neue Groberschliessung erstellt werden muss und auch die Quartierschliessung bereits vorhanden ist. Die Abbildung zeigt auf, wie viel durch eine bessere Auslastung der bestehenden Groberschliessung gegenüber einer Neuerschliessung eingespart werden kann:

- Bei den Einfamilienhaus-Siedlungen (S2) können mit einer verdichteten Siedlungserweiterung die grössten Einsparungen gegenüber einer Neuerschliessung gemacht werden. Am kleinsten sind die Effekte aufgrund einer verdichteten Siedlungserweiterung bei den Hochhaus-Siedlungen (S6).
- Eine Neuerschliessung von Mehrfamilienhäusern (S5) und Hochhäusern (S6) in Grosszentren ist etwa gleich teuer wie eine Verdichtung mittels Mehrfamilien- und Hochhäusern in ländlichen Gemeinden. D.h. eine bessere Ausnutzung der bestehenden Groberschliessung in ländlichen Gemeinden muss nicht zwingend kostengünstiger sein als die Neuerschliessung in Grosszentren.

Abbildung 3-10: Wasserversorgung bei Neuerschliessung resp. verdichteter Siedlungserweiterung



c) Kurzfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung

Die kurzfristigen Grenzkosten der Wasserversorgung liegen bei allen Ortstypen um 13% bis 18% unter den langfristigen Grenzkosten. Diese Unterschiede sind insbesondere auf die äussere Erschliessung zurückzuführen. Bei der äusseren Erschliessung können kurzfristig die Auswirkungen auf die Dimensionierung der Zubringerleitungen sowie auf die Dimensionierung der Wassergewinnung und -speicherung vernachlässigt werden. D.h. diesbezüglich fallen in der kurzen Frist im Vergleich zu den langfristigen Grenzkosten keine zusätzlichen Kosten an. Die detaillierten Ergebnisse können dem Anhang C (Abschnitt 8.2) entnommen werden.

3.4 Verkehr - Strasseninfrastruktur

3.4.1 Systemgrenzen Strasseninfrastruktur

Die Abbildung 3-11 zeigt grobschematisch die gewählten Systemgrenzen im Verkehrsbereich. Die zu berücksichtigenden Infrastrukturkosten sind:

- Innere Erschliessung: **Quartierserschliessungsstrassen, Fussgängererschliessung, Vorplatz/Parkplätze;**
- Äussere Erschliessung: **Groberschliessung / Sammelstrassen.**

Nicht berücksichtigt werden die folgenden Elemente: Übergeordnetes Strassennetz (Kantons- und Nationalstrassen)⁷, Schieneninfrastruktur, Güterverkehr. Die Gründe dafür sind:

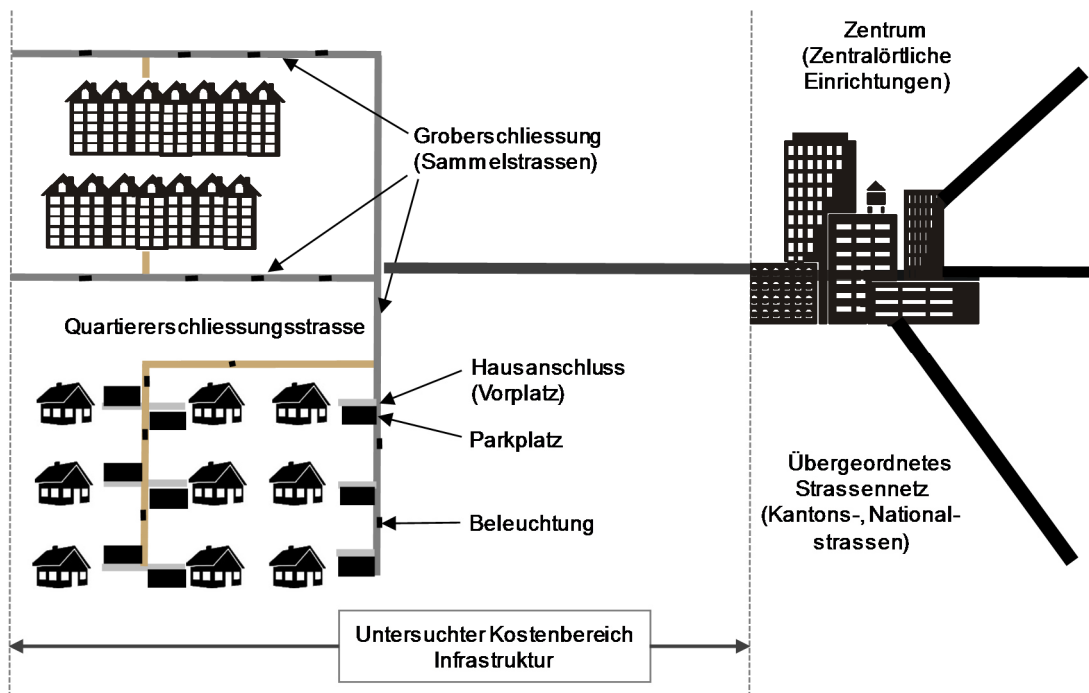
- Übergeordnetes Strassennetz: Eine Zuweisung der Infrastruktur- und Betriebskosten des übergeordneten Strassennetzes auf die einzelnen Orts- und Siedlungstypen wäre grundsätzlich möglich, aber sehr aufwendig (es müsste – analog der Zuweisung der Strasseninfrastrukturkosten auf Personenwagen und Lastwagen – ein relativ aufwendiges Verfahren zur Herleitung von sinnvollen Zuweisungsschlüsseln durchgeführt werden).
- Die Zuweisung der Infrastruktur- und Betriebskosten des übergeordneten Strassennetzes auf die einzelnen Orts- und Siedlungstypen ist aus Sicht der Autoren nur bedingt relevant: Die zugewiesenen Kosten nach dem obigen Verfahren sind vermutlich viel stärker geprägt durch die grossräumliche Lage und weniger stark durch den Orts- oder Siedlungstyp.
- Schieneninfrastruktur: Als klassische Infrastruktur mit Netzcharakter wird die Schieneninfrastruktur 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.
- Güterverkehr: Auch hier steht die grossräumige und nicht die kleinräumige Erschliessung im Vordergrund.

Für detaillierte Ausführungen insbesondere auch zum Mengen- und Wertgerüst wird auf den Anhang B (Abschnitt 7.4) verwiesen.

Anmerkung: Die Folgekosten des – je nach Orts- und Siedlungstyp – unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens werden im nächsten Kapitel behandelt.

⁷ Kantons- und Nationalstrassen werden häufig für innerkommunale Transportbedürfnisse gebraucht. Dieser Aspekt wird hier infrastrukturell nicht betrachtet, aber in den Folgekosten des Personenverkehrs wird dies aufgenommen. Weiter übernehmen Kantonsstrassen teilweise auch eine direkte Erschliessungsfunktion. Diese wird nicht berücksichtigt.

Abbildung 3-11: Systemgrenzen Strasseninfrastruktur



3.4.2 Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen

a) Durchschnittskosten bestehender Siedlungen

Die Abbildung 3-12 zeigt die Resultate für die Strasseninfrastruktur. Es werden die Durchschnittskosten pro Einwohner, pro Hektar und pro Wohneinheit für die vier Ortstypen dargestellt. Die letzte Spalte enthält den Durchschnittswert pro Ortstyp, der von der siedlungsspezifischen Zusammensetzung je Ortstyp abhängt (vgl. Abbildung 3-13). Die detaillierten Ergebnisse gegliedert nach innerer und äusserer Erschliessung können dem Anhang C (Abschnitt 8.3) entnommen werden.

- Die Ergebnisse zeigen, dass es deutliche Unterschiede zwischen den Siedlungstypen gibt. Die verdichtete Bauweise (S6) führt pro Einwohner zu tieferen Strasseninfrastrukturkosten als die wenig verdichtete Bauweise (S2). Die hohen Infrastrukturkosten der Streusiedlung (S1) sind darauf zurückzuführen, dass die Kosten der Erschliessung auf sehr wenige Personen verteilt werden.
- Die Differenzierung nach Ortstyp zeigt ebenfalls, dass die durchschnittlichen Strasseninfrastrukturkosten pro EinwohnerIn beim Ortstyp mit hoher Dichte (Grosszentrum) tiefer sind als in ländlichen Gemeinden mit tiefer Dichte, dies trotz deutlich höheren Erstellungskosten im städtischen Umfeld. Der Kostenvorteil, der sich mit dem höheren Dichtungsgrad ergibt, ist v.a. auf den günstigeren Siedlungsmix in den höher verdichteten Ortstypen zurückzuführen (weniger S1, mehr S6).

Abbildung 3-12: Durchschnittliche Kosten für die Strasseninfrastruktur bestehender Siedlungen

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im Ø*
CHF pro EinwohnerIn							
GrossZen	8'878	1'089	788	726	520	372	578
MNZen	7'098	938	719	674	489	360	728
Gürtel	7'822	1'000	747	695	501	365	1'025
LandGem	7'390	963	730	683	494	362	1'462
CHF pro Hektar							
<i>Anzahl Einw. pro Hektar</i>	<i>0.4</i>	<i>4.7</i>	<i>10.3</i>	<i>13.9</i>	<i>23.0</i>	<i>57.7</i>	
GrossZen	3'551	5'158	8'133	10'079	11'943	21'457	14'413
MNZen	2'839	4'446	7'422	9'364	11'234	20'752	10'005
Gürtel	3'129	4'736	7'712	9'655	11'522	21'039	8'159
LandGem	2'956	4'563	7'539	9'482	11'350	20'868	7'300
CHF pro Wohneinheit							
<i>Anzahl Einwohner pro Wohneinheit</i>	<i>2.6</i>	<i>2.8</i>	<i>3.2</i>	<i>2.0</i>	<i>2.0</i>	<i>1.5</i>	
GrossZen	23'082	3'048	2'521	1'451	1'039	558	1'216
MNZen	18'454	2'628	2'301	1'348	977	540	1'732
Gürtel	20'338	2'799	2'391	1'390	1'002	547	2'624
LandGem	19'214	2'697	2'337	1'365	987	543	3'790

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 3-13: Bevölkerungsanteile in den sechs Siedlungstypen (S1 bis S6), differenziert nach Ortstyp

Siedlungs- typ	Ortstyp				Total
	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem	
S1	0.4%	1.6%	3.8%	10.7%	4%
S2	9.5%	21.7%	36.3%	33.0%	28%
S3	2.3%	7.6%	12.4%	16.1%	10%
S4	7.9%	19.4%	20.6%	21.8%	18%
S5	44.2%	39.0%	24.1%	17.3%	29%
S6	35.6%	10.8%	2.9%	1.1%	10%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

b) Langfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung

Die langfristigen Grenzkosten von Siedlungserweiterungen weisen darauf hin, mit welchen zusätzlichen Strasseninfrastrukturkosten bei einer Siedlungserweiterung zu rechnen ist. Die Abbildung 3-14 gibt die Ergebnisse der Berechnungen mit dem Normkostenansatz für den Fall «Neuerschliessung» wieder. Dabei wird unterstellt, dass die Siedlungserweiterung auch eine anteilmässige Erweiterung der Groberschliessungsstrasse notwendig macht und dass die innere Erschliessung vollständig neu erstellt werden muss.

Der Vergleich mit den Durchschnittskosten für die bestehenden Siedlungen zeigt, dass die langfristigen Grenzkosten für neue Siedlungen leicht tiefer sind als für die bestehende Infrastruktur. Die langfristigen Grenzkosten für eine Siedlungserweiterung liegen um 8% bis 15% unter den Pro-Kopf-Durchschnittskosten, weil die anrechenbare Groberschliessung (neue Strasse) kürzer ist als die Groberschliessung der bestehenden Strassen.

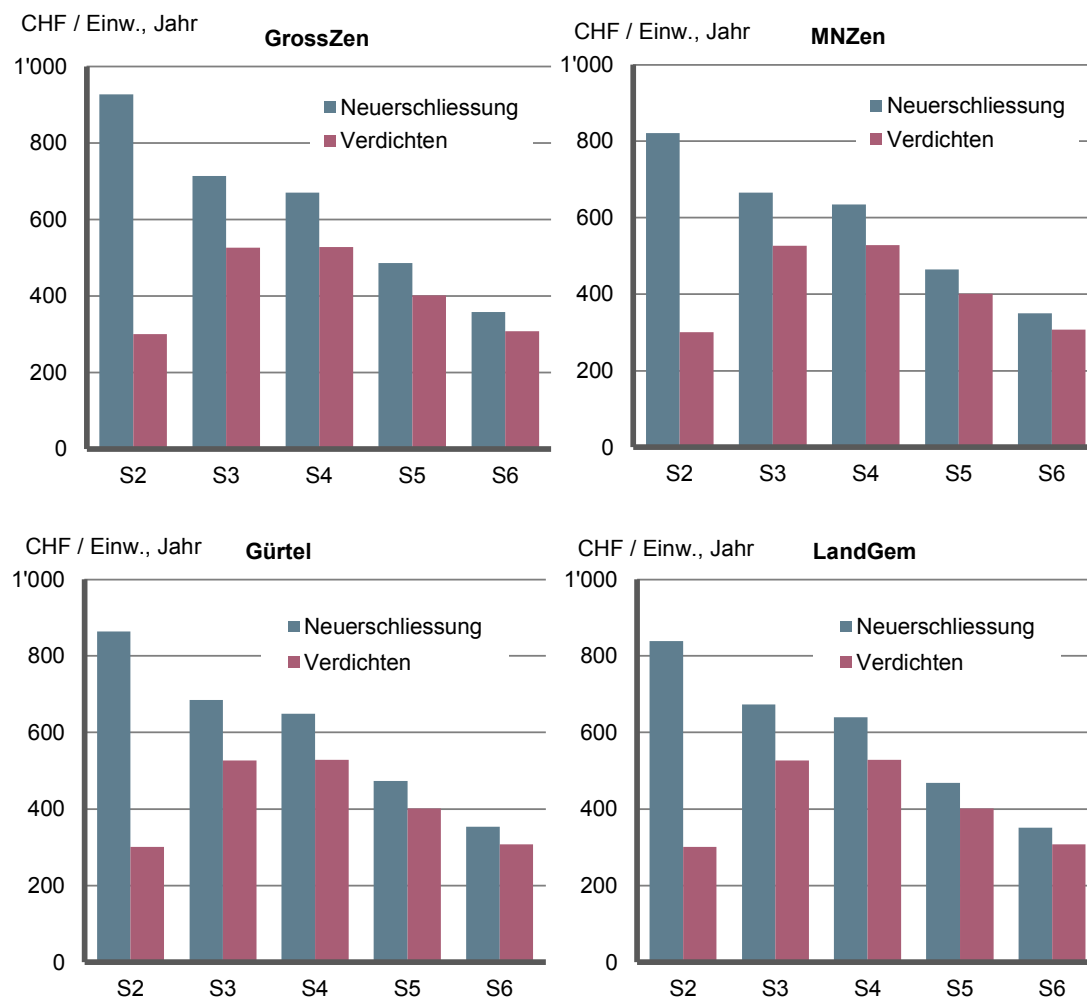
Abbildung 3-14: Langfristige Grenzkosten für die Strasseninfrastruktur bei Neuerschliessung

Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im Ø*
CHF pro EinwohnerIn							
GrossZen	6'961	927	714	670	486	359	529
MNZen	5'715	822	666	634	465	350	659
Gürtel	6'223	865	685	649	473	354	892
LandGem	5'920	839	673	640	468	352	1'241
CHF pro Hektar							
<i>Anzahl Einw. pro Hektar</i>	<i>0.4</i>	<i>4.7</i>	<i>10.3</i>	<i>13.9</i>	<i>23.0</i>	<i>57.7</i>	
GrossZen	2'784	4'392	7'368	9'310	11'179	20'698	13'650
MNZen	2'286	3'893	6'870	8'810	10'683	20'205	9'454
Gürtel	2'489	4'096	7'073	9'013	10'885	20'406	7'520
LandGem	2'368	3'975	6'952	8'892	10'764	20'286	6'712
CHF pro Wohneinheit							
<i>Anzahl Einwohner pro Wohneinheit</i>	<i>2.6</i>	<i>2.8</i>	<i>3.2</i>	<i>2.0</i>	<i>2.0</i>	<i>1.5</i>	
GrossZen	18'099	2'595	2'284	1'341	973	538	1'102
MNZen	14'860	2'301	2'130	1'269	929	525	1'556
Gürtel	16'179	2'421	2'193	1'298	947	531	2'272
LandGem	15'392	2'349	2'155	1'280	936	527	3'211

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Den vorangegangenen Ergebnissen liegt der Fall «Neuerschliessung» zugrunde, also eine Siedlungserweiterung am Rand des bestehenden Siedlungsgebietes. Der Abbildung 3-15 kann entnommen werden, wie sich die Strasseninfrastrukturkosten verändern, wenn die Siedlungen verdichtet werden. Dabei wird wie bei den übrigen Infrastrukturbereichen unterstellt, dass keine neue Groberschliessung erstellt werden muss und dass auch die Quartierserschliessung bereits vorhanden ist. Die Siedlungserweiterung erfolgt in Form eines «Auffüllens» bestehender Quartiere. Die Abbildung zeigt, dass bei allen Ortstypen bei den Einfamilienhaussiedlungen die grössten Einsparungen mit einer verdichteten Siedlungserweiterung erzielt werden können. Die Einsparungen aufgrund einer verdichteten Siedlungserweiterung betragen für ein Einfamilienhaus in einem Grosszentrum 630 CHF pro Einwohner. Im Vergleich sind die Einsparungen in einer Hochhaus-Siedlung mit 50 CHF pro Einwohner deutlich tiefer.

Abbildung 3-15: Strasseninfrastruktur bei Neuerschliessung resp. verdichteter Siedlungserweiterung



c) Kurzfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung

Die kurzfristigen Grenzkosten der Strasseninfrastruktur sind bei allen Ortstypen gleich hoch wie die langfristigen Grenzkosten, weil nicht berücksichtigt werden kann, dass der durch die neue Besiedlung ausgelöste Mehrverkehr das bestehende Strassennetz näher an seine Kapazitätsgrenzen führt und einen Ausbau von Teilen des Strassennetzes bedingen kann. Die detaillierten Ergebnisse können dem Anhang C (Abschnitt 8.3) entnommen werden.

3.5 Personenverkehr – Folgekosten des unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens

3.5.1 Systemgrenzen «Folgekosten des unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens im Personenverkehr»

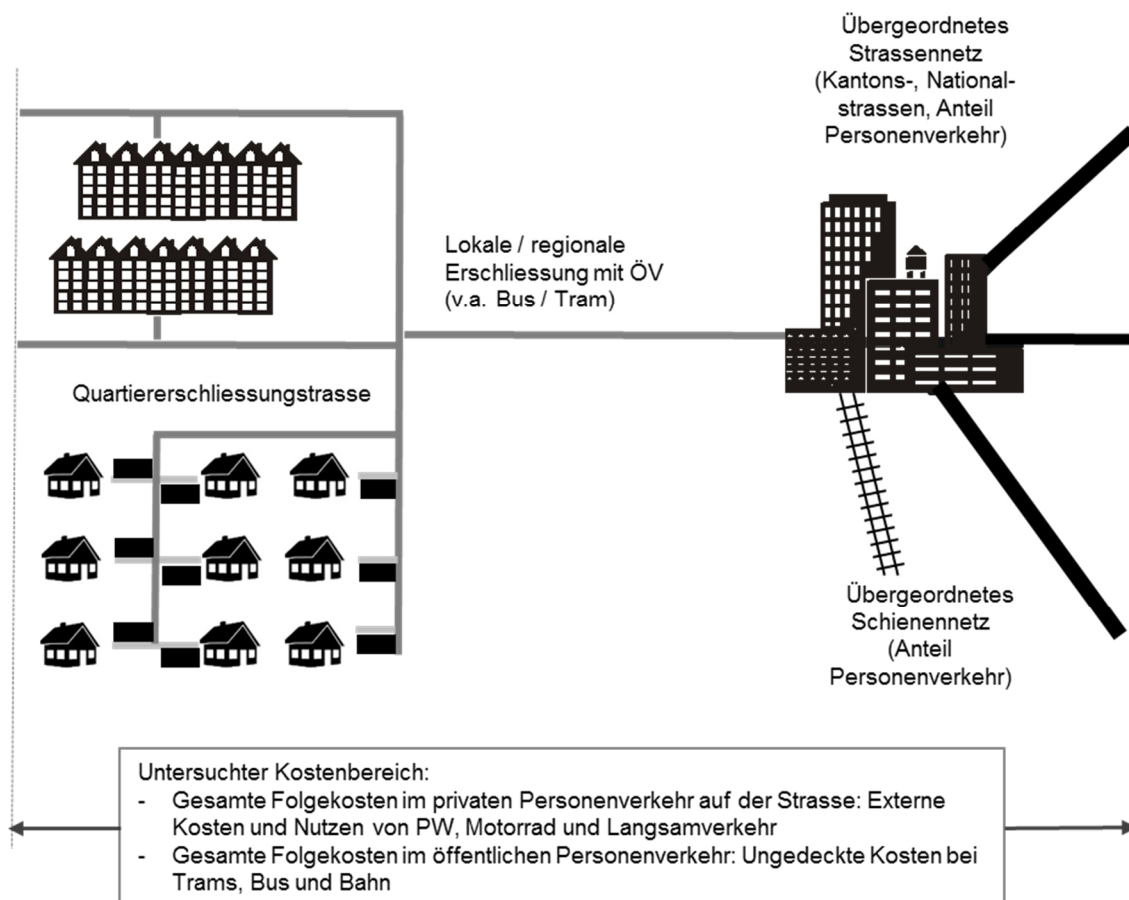
Die Abbildung 3-11 zeigt grobschematisch die gewählten Systemgrenzen bei der Berechnung der Folgekosten aufgrund des nach Siedlungs- und Ortstyp unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens im Personenverkehr (Grundlagen bietet eine Auswertung des Mikrozensus aus dem Jahr 2010 von metron (2014), Dichte und Mobilitätsverhalten).

Die unterschiedliche Nutzung der Verkehrsinfrastruktur – je nach Siedlungs- und Ortstyp – führt zu im vorigen Kapitel nicht erfassten Folgekosten. Relevant sind dabei die von den Verkehrsnutzern nicht gedeckten Kosten und Nutzen. Im Rahmen der vorliegenden Studie werden folgende Kosten nach Siedlungs- und Ortstyp differenziert berechnet (vgl. nachfolgende Abbildung 3-16):

- *Gesamte externe Kosten und Nutzen des privaten und öffentlichen Personenverkehrs:* Berücksichtigt werden folgende Kosten und Nutzen des privaten und öffentlichen Personenverkehrs: Gesundheitskosten (Luft), Gebäudekosten (Luft), Ernteaussfälle (Luft), Waldschäden (Luft), Biodiversitätsverluste (Luft), Lärmkosten, Klima, Natur und Landschaft, Bodenschäden, Kosten der vor- und nachgelagerte Prozesse, Unfallkosten, Städtische Räume sowie der Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr (Grundlagen: Ecoplan, infras (2014), Externe Effekte des Verkehrs 2010).
- *Gesamte ungedeckte Kosten im öffentlichen Personenverkehr:* Ungedeckte Kosten – also die Infrastruktur- und Verkehrsmittelkosten abzüglich der vom Verkehrsnutzer bezahlte Anteil (Transportentgelte) – von Tram, Bus und Bahn (Grundlagen: BFS Bundesamt für Statistik (2015), Kosten und Finanzierung des Verkehrs).

Für detaillierte Ausführungen insbesondere auch zum Mengen- und Wertgerüst wird auf den Anhang B (Abschnitt 7.4) verwiesen.

Abbildung 3-16: Systemgrenzen «unterschiedliches Verhalten im Personenverkehr (Folgekosten)»



3.5.2 Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen

Durchschnittskosten bestehender Siedlungen

Die Abbildung 3-17 zeigt die Resultate für die Folgekosten des nach Siedlungs- und Ortstyp unterschiedlichen Nutzerverhaltens im Personenverkehr. Es werden die Durchschnittskosten pro Einwohner, pro Hektar und pro Wohneinheit für die vier Ortstypen dargestellt. Die letzte Spalte enthält den Durchschnittswert pro Ortstyp, der von der siedlungsspezifischen Zusammensetzung je Ortstyp abhängt. Ergänzend zeigt die Abbildung 3-18 die Folgekosten grafisch getrennt für die externen Kosten und Nutzen im privaten und öffentlichen Personenverkehr und die ungedeckten Kosten im öffentlichen Personenverkehr.

- Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Folgekosten insbesondere zwischen den Ortstypen stark unterscheiden. In den ländlichen Gemeinden sind die Folgekosten pro Einwohner doppelt so hoch wie in den Grosszentren. Die Gründe für diesen Effekt sind (i) die längeren zurückgelegten Wege in den ländlichen Gemeinden und (ii) die höheren ungedeckten Kos-

ten im öffentlichen Verkehr in den ländlichen Gemeinden. Die längeren Wege in den ländlichen Gemeinden sind auf die grössere Distanz zum Arbeits- oder Ausbildungsplatz sowie zu den zentralörtlichen Infrastrukturen und Einkaufsmöglichkeiten zurückzuführen.

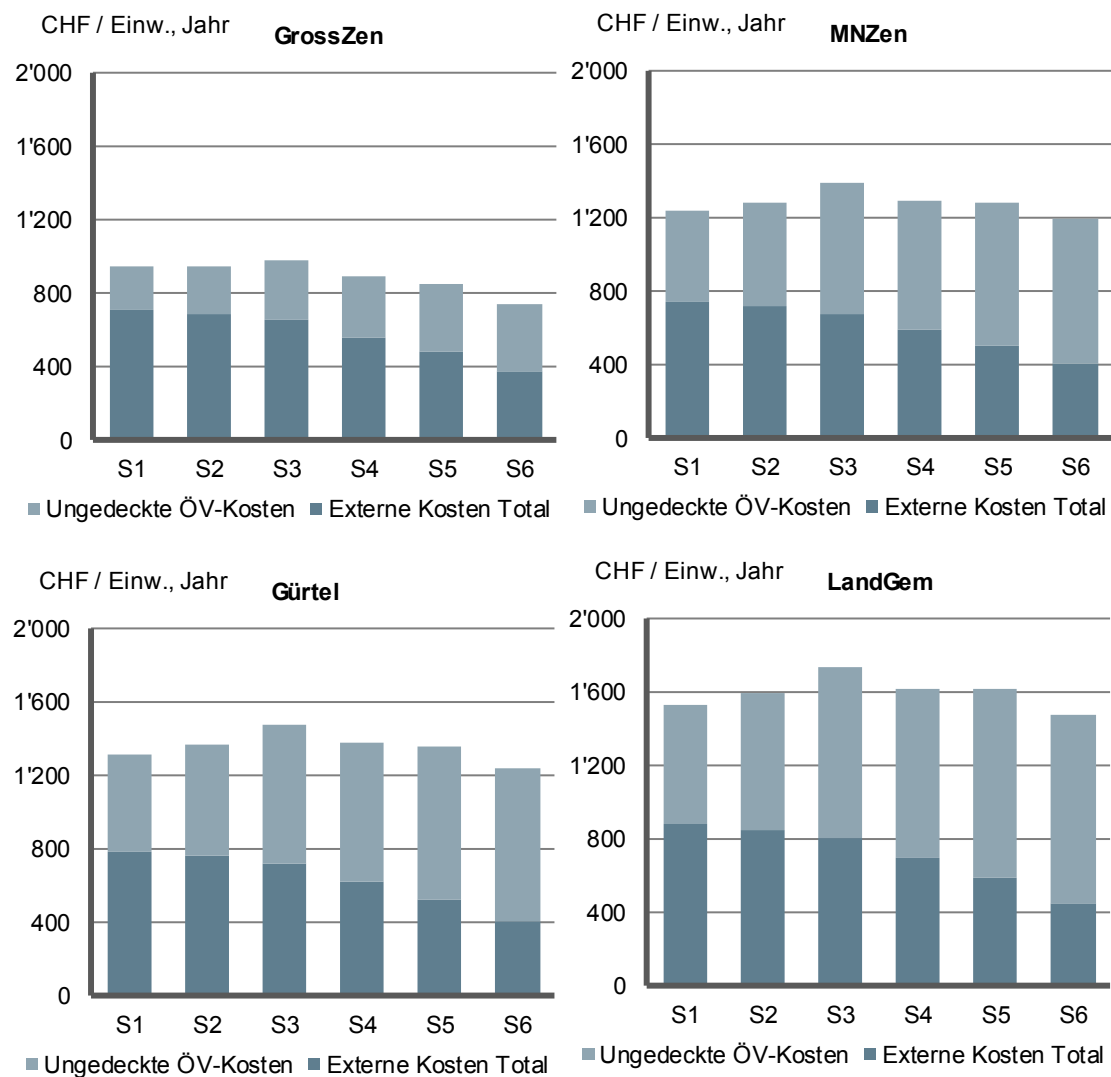
- Innerhalb eines jeweiligen Ortstyps zeigen sich zwischen den verschiedenen Siedlungstypen keine grossen Unterschiede in den Folgekosten. Die Abbildung 3-18 zeigt zwar, dass mit zunehmender Dichte Richtung Siedlungstyp S6 die externen Kosten im privaten Strassenverkehr abnehmen, dies wird aber kompensiert durch die zunehmenden ungedeckten Kosten im öffentlichen Personenverkehr.

Abbildung 3-17: Durchschnittliche Folgekosten bestehender Siedlungen (externe Kosten und Nutzen sowie ungedeckte Kosten im ÖV zusammen)

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im Ø*
CHF pro EinwohnerIn							
GrossZen	941	948	981	893	847	736	824
MNZen	1'235	1'281	1'386	1'294	1'281	1'188	1'281
Gürtel	1'310	1'361	1'471	1'373	1'359	1'237	1'371
LandGem	1'526	1'594	1'729	1'619	1'608	1'471	1'615
CHF pro Hektar							
GrossZen	376	4'492	10'128	12'400	19'468	42'487	25'381
MNZen	494	6'070	14'309	17'970	29'450	68'550	24'772
Gürtel	524	6'450	15'184	19'073	31'240	71'355	17'739
LandGem	610	7'550	17'847	22'482	36'976	84'850	17'684
CHF pro Wohneinheit							
GrossZen	2'445	2'655	3'140	1'786	1'694	1'105	1'620
MNZen	3'211	3'588	4'436	2'588	2'562	1'782	2'858
Gürtel	3'405	3'812	4'707	2'746	2'718	1'855	3'369
LandGem	3'967	4'462	5'533	3'237	3'217	2'206	4'074

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 3-18: Durchschnittliche Folgekosten bestehender Siedlungen (getrennt nach externen Kosten und Nutzen des privaten und öffentlichen Personenverkehrs und ungedeckte Kosten im öffentlichen Personenverkehr)



3.6 Stromversorgung

Die Stromverteilung wird in der Schweiz von rund 650 Energieversorgungsunternehmen (EVU) (Private Gesellschaften, Kantons-, Stadt- oder Gemeindewerke, gemischte Unternehmen) vorgenommen. Die EVU weisen bezüglich ihrem Versorgungsgebiet und Stromumsatz eine grosse Heterogenität auf.

Die jährlichen Gesamtausgaben (Ausgaben für Stromproduktion und Stromverteilung) der Endverbraucher für Strom in der Schweiz beliefen sich 2013 auf 9.9 Mrd. CHF bei einem durchschnittlichen Endverbraucherpreis von 16.7 Rp./kWh.⁸ Der mittlere Preis bezieht sich auf sämtliche Abnehmerkategorien und stützt sich auf 225 Elektrizitätsversorgungsunternehmen in der Schweiz. Der Strompreis für die Endverbraucher (Haushalte) lag 2013 bei rund 18.9 Rp./kWh.⁹ Bei einem Endverbrauch der Haushalte von 18.8 TWh¹⁰ ergeben sich Ausgaben von 3.55 Mrd. CHF für die Endverbraucher oder rund 450 CHF/Jahr. Die Erlöse für die Nutzung des Verteilnetzes (ohne Abgaben und Leistungen an das Gemeinwesen oder die Abgabe für die kostendeckende Einspeisevergütung) betragen ca. 3.4 Mrd. CHF pro Jahr. Die gesamten Netzkosten betragen 4.1 Mrd. CHF. D.h. zusätzlich zu den 3.4 Mrd. CHF an Betriebs- und Kapitalkosten ergeben sich für das Gemeinwesen noch 700 Mio. CHF an Kosten für Steuern, Abgaben und Leistungen.¹¹

Die mit dem Normkostenansatz ausgewiesenen Kosten basieren auf den Wiederbeschaffungswerten, so dass die Kosten der Stromnetzinfrastruktur gemäss Normkostenansatz über den heutigen Netznutzungskosten liegen werden.

3.6.1 Systemgrenzen Strominfrastruktur

In Abbildung 3-19 ist die Netzerschliessung eines Siedlungsgebietes schematisch dargestellt. Es werden die folgenden Infrastrukturkosten berücksichtigt:

- Netzebene 4: Unterwerk zur Transformation von der überregionalen Verteilebene auf die regionale Verteilebene (110kV -> 20/16/10 und 6kV);
- Netzebene 5: Regionales Verteilnetz 16kV;
- Netzebene 6: Trafostationen;
- Netzebene 7: Lokales Verteilnetz 0.4kV;
- Kabinen, Muffe (für Ringzusammenschluss des lokalen Netzes);
- Hausanschlüsse.

⁸ Bundesamt für Energie (2015), Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2014, Tabelle 41.

⁹ Typ III (Jahresverbrauch: 4'500 kWh), vgl. Bundesamt für Energie (2015) Gesamtenergiestatistik 2014, Tabelle 37.

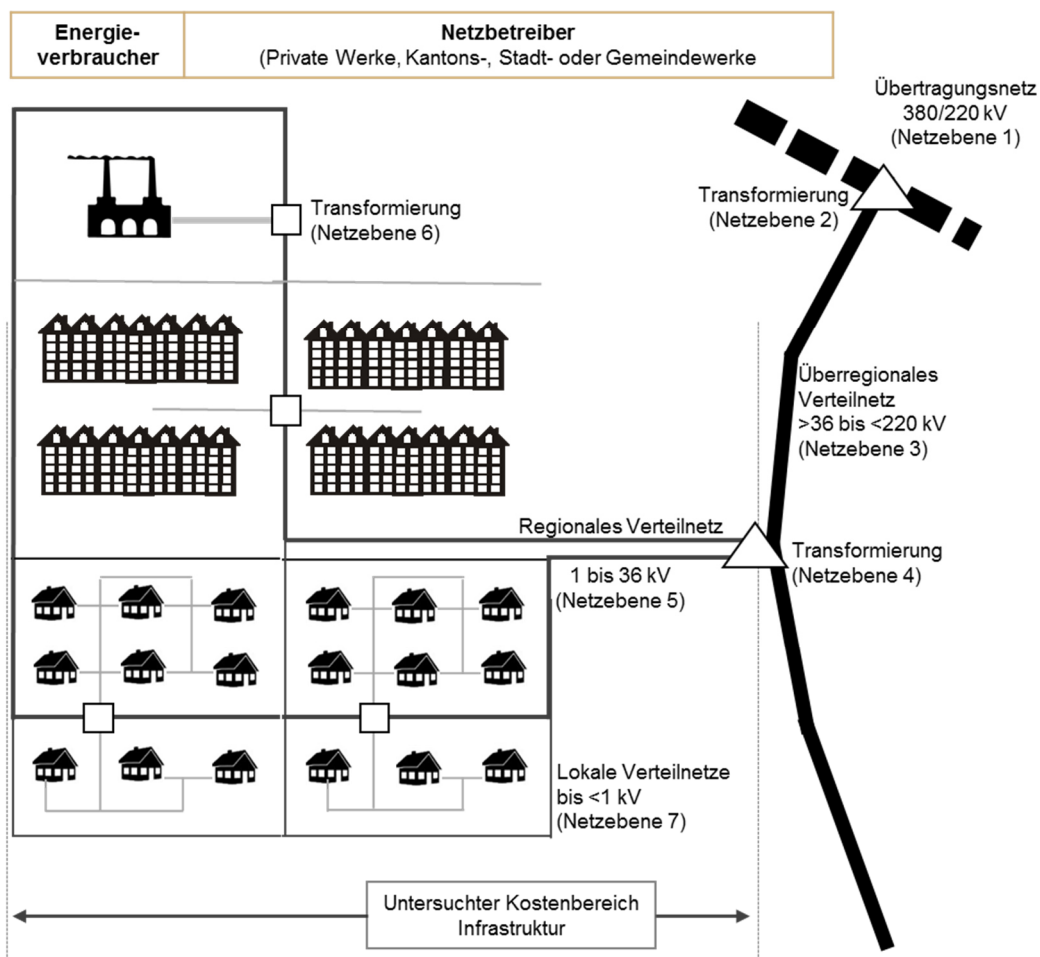
¹⁰ Bundesamt für Energie (2015) Gesamtenergiestatistik 2014, Tabelle 17, Wert für das Jahr 2013.

¹¹ EICom (2016), Tätigkeitsbericht der EICom 2015.

Nicht berücksichtigt werden das Übertragungsnetz, Systemdienstleistungen und die Stromproduktion.

Für detaillierte Ausführungen insbesondere auch zum Mengen- und Wertgerüst wird auf den Anhang B (Abschnitt 7.5) verwiesen.

Abbildung 3-19: Systemgrenzen Strominfrastruktur



3.6.2 Kosten nach Siedlungs- und Ortstypen

a) Durchschnittskosten bestehender Siedlungen

Abbildung 3-20 enthält die Durchschnittskosten für die Stromversorgung in bestehenden Siedlungen. Die letzte Spalte enthält den Durchschnittswert für den jeweiligen Ortstyp, der von der siedlungsspezifischen Zusammensetzung je Ortstyp abhängt (vgl. Abbildung 3-21). Die detaillierten Ergebnisse gegliedert nach innerer und äusserer Erschliessung können dem Anhang C (Abschnitt 8.4) entnommen werden.

- 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 Netz-Systemdienstleistung der Netzebenen 3 bis 7.
- Zwischen den Siedlungstypen zeigen sich wie bei den anderen Infrastrukturbereichen grosse Unterschiede. In der Tendenz steigen die Infrastrukturkosten pro Kopf mit abnehmender Dichte, z.B. führen die verdichteten Bauweisen (S4 bis S6) zu weniger Stromversorgungskosten pro Einwohnern als die wenig verdichteten Siedlungstypen (S1 und S2). Eine Ausnahme zeigt sich bei den Siedlungstypen S3 und S4, wo die dichtere Bauweise S4 die höheren Kosten pro Kopf aufweist als S3. Dies ist insbesondere damit zu begründen, als es bei S4 mehr Hausanschlusskasten braucht (S4: 4 Stück; S3: 1 Stück) und die Trafostationen bei S4 mit höheren Kosten verbunden sind als bei S3. Bei den Einfamilienhaus-siedlungen liegen die durchschnittlichen Kosten für die Stromversorgung um den Faktor 2 höher als bei den fünfgeschossigen Wohnblöcken.
- Beim Vergleich der einzelnen Ortstypen lässt sich feststellen, dass in den ländlichen Gemeinden die Stromversorgung im Durchschnitt zu höheren pro Kopf-Kosten führt als in den Grosszentren. Während die Zunahme der Durchschnittskosten von den Grosszentren über die Mittel- und Nebenzentren zu den Gürtel-Gemeinden kontinuierlich erfolgt, ist bei den ländlichen Gemeinden ein deutlicherer Kostensprung zu erkennen.

Abbildung 3-20: Durchschnittliche Kosten für die Stromversorgung bestehender Siedlungen

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im Ø*
CHF pro EinwohnerIn							
GrossZen	5'091	445	273	276	196	135	226
MNZen	4'867	426	247	254	182	130	321
Gürtel	4'744	440	257	266	200	153	478
LandGem	5'356	543	296	307	248	206	910
CHF pro Hektar							
<i>Anzahl Einw. pro Hektar</i>	<i>0.4</i>	<i>4.7</i>	<i>10.3</i>	<i>13.9</i>	<i>23.0</i>	<i>57.7</i>	
GrossZen	2'036	2'106	2'823	3'836	4'503	7'786	5'342
MNZen	1'947	2'016	2'554	3'521	4'191	7'476	3'784
Gürtel	1'898	2'086	2'656	3'689	4'608	8'838	3'280
LandGem	2'142	2'575	3'059	4'262	5'695	11'884	3'619
CHF pro Wohneinheit							
<i>Anzahl Einwohner pro Wohneinheit</i>	<i>2.6</i>	<i>2.8</i>	<i>3.2</i>	<i>2.0</i>	<i>2.0</i>	<i>1.5</i>	
GrossZen	13'236	1'245	875	552	392	202	482
MNZen	12'653	1'192	792	507	365	194	776
Gürtel	12'336	1'233	823	531	401	230	1'228
LandGem	13'926	1'522	948	614	496	309	2'363

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 3-21: Bevölkerungsanteile in den sechs Siedlungstypen (S1 bis S6), differenziert nach Ortstyp

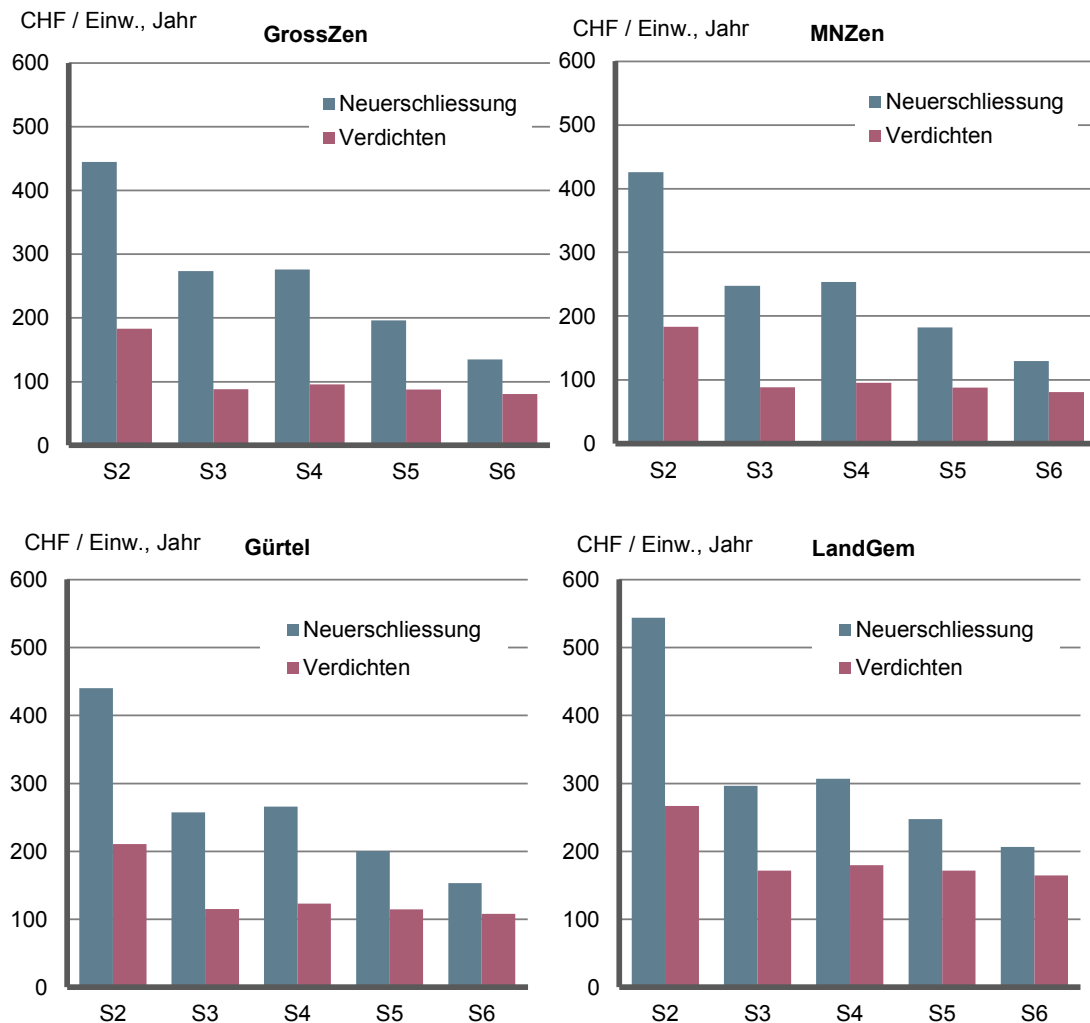
Siedlungs- typ	Ortstyp				Total
	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem	
S1	0.4%	1.6%	3.8%	10.7%	4%
S2	9.5%	21.7%	36.3%	33.0%	28%
S3	2.3%	7.6%	12.4%	16.1%	10%
S4	7.9%	19.4%	20.6%	21.8%	18%
S5	44.2%	39.0%	24.1%	17.3%	29%
S6	35.6%	10.8%	2.9%	1.1%	10%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

b) Langfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung

Die langfristigen Grenzkosten von Siedlungserweiterungen weisen grundsätzlich darauf hin, mit welchen zusätzlichen Kosten der Stromversorgung bei einer Siedlungserweiterung zu rechnen ist. Beim Strom entsprechen die langfristigen Grenzkosten einer Siedlungserweiterung den Durchschnittskosten. Dieses Ergebnis erklärt sich wie folgt:

- Die gesamte innere Erschliessung muss bei einer Siedlungserweiterung neu erstellt werden. Deshalb fallen im Vergleich zu bestehenden Siedlungen kaum Kosteneinsparungen an.
- Die Siedlungserweiterung führt zu einer gesteigerten Stromnachfrage und bedingt langfristig eine entsprechende Anpassung der äusseren Erschliessung. Bei einem allfälligen Ausbau des regionalen Verteilnetzes und der Unterwerke unterstellen wir keine Synergie- oder Skaleneffekte (vereinfachende Annahme).

Den vorangegangenen Ergebnissen liegt der Fall «Neuerschliessung» zugrunde, also eine Siedlungserweiterung am Rand des bestehenden Siedlungsgebietes. Der Abbildung 3-22 kann entnommen werden, wie sich die Stromversorgungskosten verändern, wenn die Siedlungserweiterung verdichtet erfolgt. Dafür wird unterstellt, dass keine neue Groberschliessung (regionales Verteilnetz) erstellt werden muss. Die Abbildung zeigt, dass bei der Hochhaus-Siedlung (S6) mit einer verdichteten Siedlungserweiterung kaum Pro-Kopf-Einsparungen gegenüber einer standardmässigen Siedlungserweiterung erzielt werden können. Das grösste Kostenoptimierungspotenzial aufgrund einer verdichteten Siedlungserweiterung ergibt sich bei den Einfamilienhaus-Siedlungen (Quartiererschliessung ist bei der Verdichtung bereits vorhanden, einzig die Hausanschlüsse sind noch nötig).

Abbildung 3-22: Stromversorgung bei Neuerschliessung resp. verdichteter Siedlungserweiterung**c) Kurzfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung**

Die kurzfristigen Grenzkosten einer Siedlungserweiterung liegen bei allen Ortstypen um 10% bis 14% unterhalb der langfristigen Grenzkosten für die Stromversorgung (vgl. auch die detaillierten Ergebnisse im Anhang C, Abschnitt 8.4). Die Unterschiede zwischen den kurz- und langfristigen Grenzkosten lassen sich wie folgt erklären:

- Bei der inneren Erschliessung muss sowohl bei der kurz- als auch langfristigen Betrachtung die gesamte Infrastruktur neu erstellt werden. Folglich ergeben sich keine Kostenunterschiede.
- Bei der äusseren Erschliessung fallen kurzfristig – im Unterschied zur langen Frist – bei der Zuleitung zum regionalen Verteilnetz und beim Unterwerk keine Ausbauten an.

4 Übersicht über die Resultate

4.1 Einleitung

Im vorliegenden Bericht wurde untersucht, bei welchen Infrastrukturbereichen die Zersiedlung zu höheren Kosten führt. Die Abschätzung dieser höheren Kosten basiert auf einem Normkostenansatz, welches in den vier zentralen Infrastrukturbereichen angewandt wurde:

- Abwasserentsorgung;
- Wasserversorgung;
- Verkehr – Strasseninfrastruktur und Folgekosten;
- Stromversorgung.

In die Berechnungen sind die Kapital- sowie Betriebs- und Unterhaltskosten eingeflossen. Im Verkehrsbereich sind zusätzlich die Folgekosten des unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens abgeschätzt worden (externe Unfallfolge- und Umweltkosten sowie die ungedeckten ÖV-Kosten).

In den nachfolgenden Abschnitten werden die Ergebnisse aus den Abschnitten 3.2 bis 3.6 bereichsübergreifend zusammengefasst:

- In Abschnitt 4.2 werden die siedlungsbedingten Kosten für bestehende Siedlungen verglichen. Im Vordergrund stehen somit die Durchschnittskosten bestehender Siedlungen
- Abschnitt 4.3 fasst zusammen, mit welchen zusätzlichen Infrastrukturkosten bei Siedlungserweiterungen in der langen Sicht zu rechnen ist. Folglich interessieren die langfristigen Grenzkosten: Bei einer langfristigen Sichtweise werden 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. Von Interesse ist insbesondere, in welchem Ausmass sich die langfristigen Grenzkosten von Neuerschliessungen und verdichteten Siedlungserweiterungen nach Orts- und Siedlungstyp unterscheiden.
- In Abschnitt 4.4 wird qualitativ diskutiert, ob die Kosten durch die Nutzer gedeckt sind (Kostendeckung) und die Kosten verursachergerecht auf die Nutzer überwältzt werden (Verursacherprinzip).
- Abschnitt 4.5 vergleicht die Ergebnisse mit denjenigen der Studie aus dem Jahr 2000.¹²

¹² Ecoplan (2000), Siedlungsentwicklung und Infrastrukturkosten.

4.2 Durchschnittskosten bestehender Siedlungen

In der vorliegenden Untersuchung wurden für sechs Typen von Siedlungen die Infrastrukturkosten ausgehend von Erschliessungsplänen bestimmt (vgl. auch Abschnitt 2.4):

- S1: Freistehende Einzelgebäude mit grossem Umschwung (Streusiedlung). Dieser Siedlungstyp ist typischerweise in ländlichen Streusiedlungen anzutreffen.
- S2: Klassische Einfamilienhaussiedlung. Sie ist praktisch in allen von uns unterschiedenen Ortstypen anzutreffen. Jedes Einfamilienhaus ist einzeln an die Quartierserschliessung angeschlossen.
- S3: Reiheneinfamilienhaussiedlung aktueller Prägung. Die Häuser weisen in aller Regel zwei Geschosse. Innerhalb der Siedlung gibt es nur Fussgängerverbindungen. Die Fahrzeuge sind in einer zentralen Einstellhalle untergebracht.
- S4: Verdichtete Bebauung mit vier Wohnblocks und jeweils drei Geschossen. Wie beim Siedlungstyp 3 sind auch hier die Fahrzeuge in einer Einstellhalle untergebracht.
- S5: Verdichtete Bebauung mit vier Wohnblocks und jeweils fünf Geschossen. Ansonsten ist der Siedlungstyp identisch mit S4.
- S6: Hoch verdichtete Bauweise in Form eines 14-stöckigen Hochhauses.¹³

Bei den verwendeten Normkostensätzen ergeben sich Unterschiede, je nachdem in welchem Ortstyp sich die Siedlungen befinden. Deshalb sind die Infrastrukturkosten für vier Ortstypen berechnet worden:

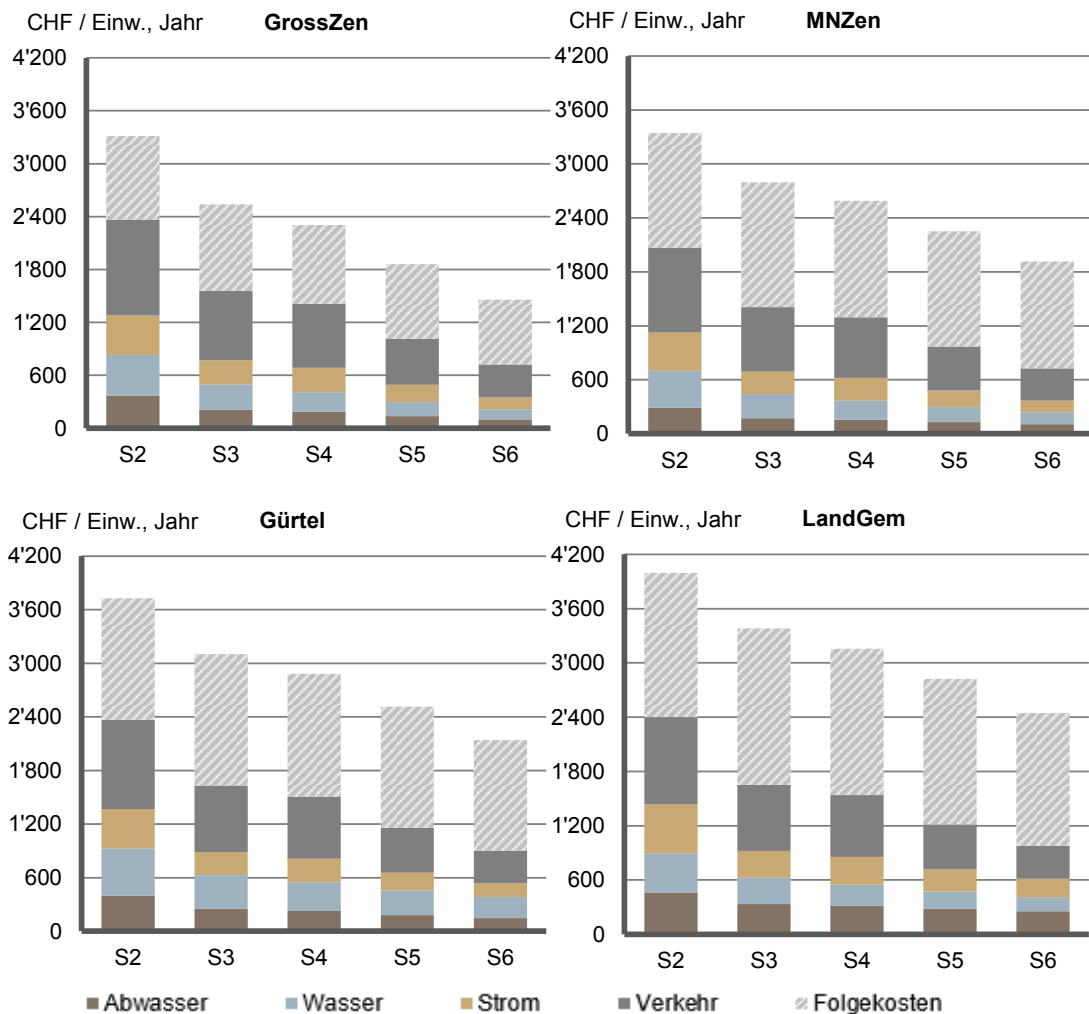
- GrossZen: Ein grösseres Schweizer Zentrum bzw. Stadt
- MNZen: Ein Mittel- und Nebenzentrum
- Gürtel: Eine Gemeinde im Gürtel der Gross- und Nebenzentren
- LandGem: Eine Gemeinde im ländlichen Raum

Nachfolgend sind verschiedene Auswertungen zu den Infrastrukturkosten bei unterschiedlichen Siedlungs- und Ortstypen aufgeführt. Dabei sind jeweils die Jahreskosten pro Einwohner ausgewiesen. Der Siedlungstyp S1 ist in den Abbildungen nicht enthalten, da seine Infrastrukturkosten um ein Mehrfaches höher sind. Dafür wird auf S1 weiter unten separat eingegangen.

Abbildung 4-1 zeigt, wie sich die Infrastrukturkosten von bestehenden Siedlungen einerseits zwischen den Siedlungs- und andererseits zwischen den Ortstypen unterscheiden.

¹³ In den Grafiken ist dieser Siedlungstyp auch beim Ortstyp Landgemeinde aufgeführt. In der Realität ist diese Kombination (bis heute) kaum anzutreffen.

Abbildung 4-1: Durchschnittliche Infrastrukturkosten unterschiedlicher Siedlungs- und Ortstypen, in CHF / Einw. und Jahr



- Alle vier untersuchten Bereiche verursachen spürbare Infrastrukturkosten. Am bedeutendsten sind die Kosten im Verkehrsbereich und dabei insbesondere bei den Folgekosten des unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens (externe Kosten und Nutzen sowie ungedeckte ÖV-Kosten). Die tiefsten jährlichen Kosten pro Einwohner fallen bei der Abwasserentsorgung an, ausser in den ländlichen Gemeinden, wo die Wasserversorgung die tiefsten Kosten pro Einwohner aufweist.
- Im Durchschnitt¹⁴ sinken die Kosten pro Kopf mit zunehmender Dichte der Siedlung. Diese Tendenz ist aber nicht bei allen Infrastrukturbereichen zu erkennen: Bei den Infrastrukturen Abwasserentsorgung, Stromversorgung und den Folgekosten im Verkehr sinken die Kosten

¹⁴ Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen.

pro Kopf kontinuierlich mit zunehmender Dichte. Demgegenüber sind bei der Wasserversorgung und bei der Strasseninfrastruktur die pro Kopf-Kosten bei den ländlichen Gemeinden tiefer als bei den Gürtel-Gemeinden.

Abbildung 4-2 zeigt, dass die Infrastrukturkosten von Streusiedlungen nicht massgeblich vom Ortstyp abhängig sind. Die Infrastrukturkosten der Streusiedlung sind insbesondere abhängig von der Distanz zur Groberschliessung.

Abbildung 4-2: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen: Streusiedlung (S1)

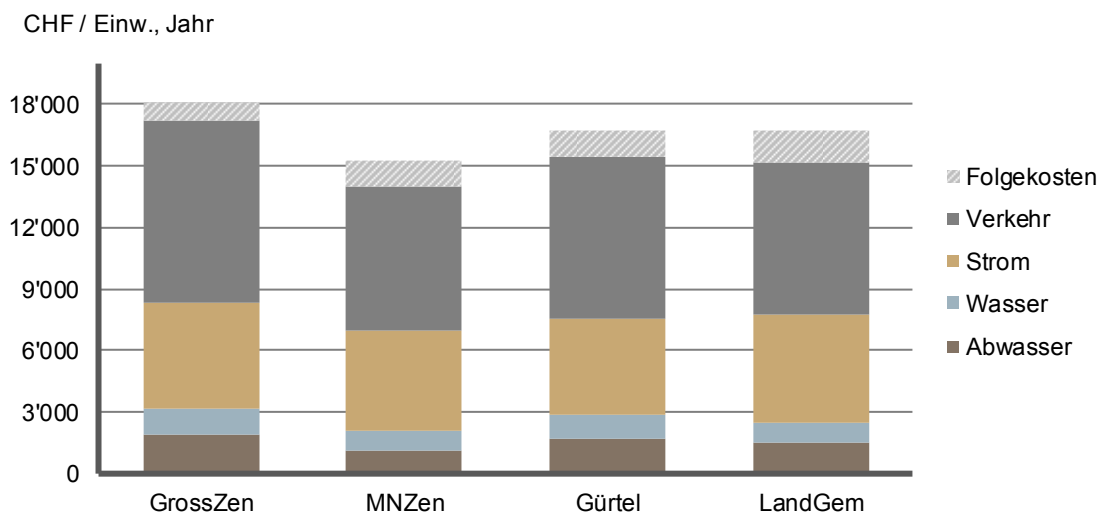
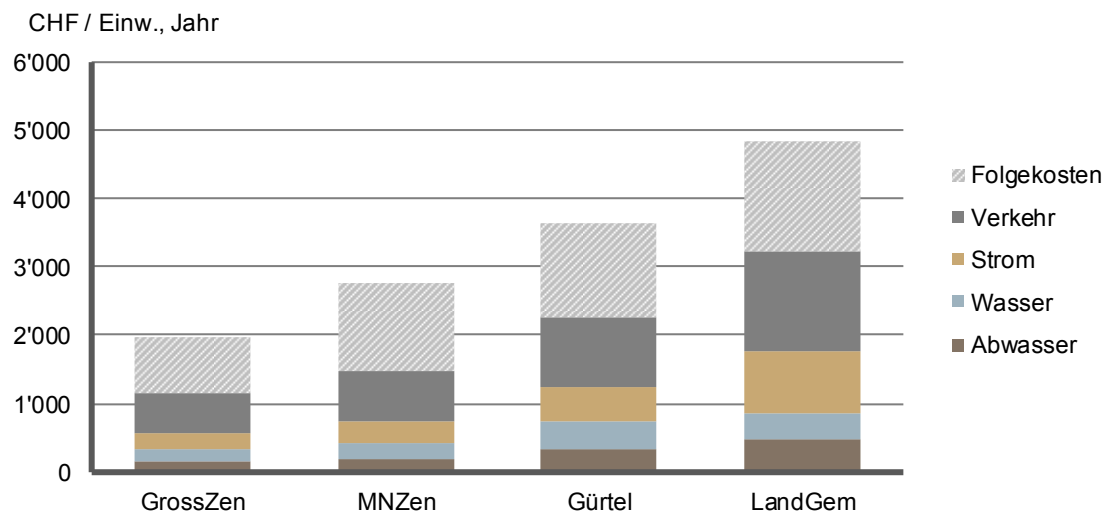


Abbildung 4-3 zeigt die Ergebnisse und Unterschiede der Infrastrukturkosten verschiedener Ortstypen. Wie der Abbildung entnommen werden kann sind die jährlichen pro Kopf-Kosten in den ländlichen Gemeinden am höchsten. Dies ist auf den Siedlungsmix mit wenig dichter Bebauung zurückzuführen, d.h. der Anteil der Siedlungstypen S1 und S2 sind im Vergleich zu den anderen Ortstypen hoch, während der Anteil S6 tief ist. Demgegenüber weist das Grosszentrum einen Siedlungsmix mit dichter Bebauung auf. Dieser überkompensiert die teilweise deutlich höheren Kosten pro «Infrastruktureinheit» (z.B. Meter Kanalisationskanal).

Die hohen Kosten in der Landgemeinde sind insbesondere auf die Bereiche Verkehr und Stromversorgung zurückzuführen. Zudem haben auch die Folgekosten des privaten und öffentlichen Personenverkehrs einen grossen Einfluss auf die Durchschnittskosten.

Abbildung 4-3: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen nach Ortstypen¹⁵

4.3 Langfristige Grenzkosten einer Siedlungserweiterung

Die obigen Ausführungen bezogen sich auf bestehende Siedlungen. In diesem Kapitel wird aufgezeigt, welche Kosten bei Siedlungserweiterungen anfallen. Die Höhe der zusätzlichen Infrastrukturkosten (exkl. Folgekosten des Personenverkehrs) einer Siedlungserweiterung ist v.a. abhängig von der Annahme, wie die Erweiterung erfolgt, ob zum Beispiel die bestehende Infrastruktur mitbenutzt werden kann, ohne dass sie ausgebaut werden muss.

Verdichten: Die innere Verdichtung ist der aus Infrastruktursicht günstigste Fall einer Siedlungserweiterung. Bei einer Verdichtung besteht die Grob- und Quartierschliessung bereits. Zusätzliche Kosten fallen im Betrieb bzw. beim Unterhalt an. Längerfristig sind aber neben den Betriebs- und Unterhaltskosten auch die Kapazitätsgrenzkosten zu berücksichtigen (z.B. bei der Abwasserreinigung oder einer leicht grösseren Dimensionierung der Leitungen oder Kanäle).

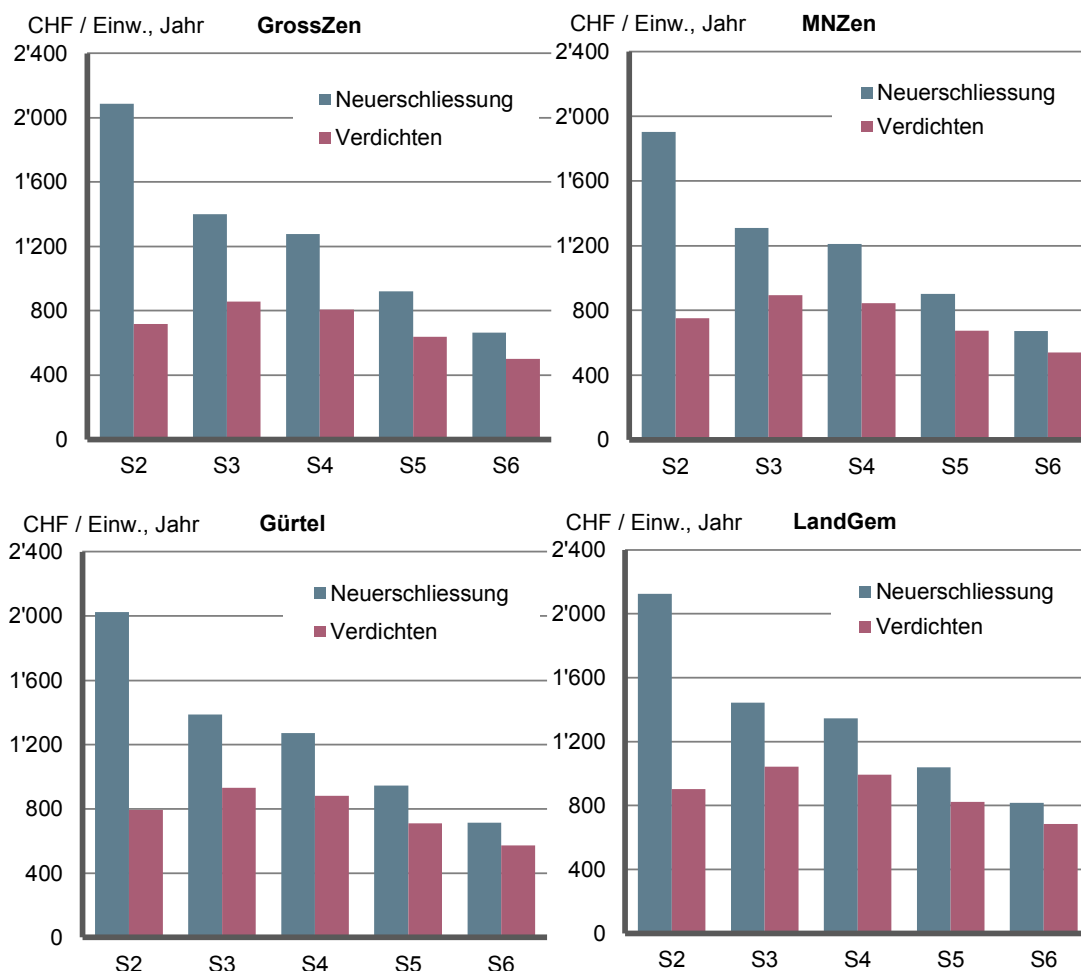
- **Neuerschliessung:** Bei einer Siedlungserweiterung mit einem an die bestehende Bebauung angrenzenden neues Quartier muss die Quartierschliessung neu erstellt und die Groberschliessung für den Anschluss des Quartiers ergänzt werden. Im Vergleich zum «Verdichten» fallen also zusätzliche Betriebs-, Unterhalts- und Kapitalkosten für die Quartierschliessung und die zusätzliche Groberschliessung an. Aber auch bei der Neuerschliessung liegen die zusätzlichen Kosten für bspw. den Ausbau der ARA unter den Durchschnittskosten der bestehenden Anlage – auch hier werden wie beim «Verdichten» nur die Kapazitätsgrenzkosten berücksichtigt.

¹⁵ Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen.

Abbildung 4-4 zeigt die langfristigen Grenzkosten (exkl. Folgekosten des Personenverkehrs) für die zwei Formen einer Siedlungserweiterung «Neuerschliessung» und «verdichtete Siedlungserweiterung»:

- *Verdichten*: Die innere Verdichtung ist der aus Infrastruktursicht günstigste Fall einer Siedlungserweiterung. Bei einer Verdichtung besteht die Grob- und Quartierschliessung bereits. Zusätzliche Kosten fallen im Betrieb bzw. beim Unterhalt an. Längerfristig sind aber neben den Betriebs- und Unterhaltskosten auch die Kapazitätsgrenzkosten zu berücksichtigen (z.B. bei der Abwasserreinigung oder einer leicht grösseren Dimensionierung der Leitungen oder Kanäle).
- *Neuerschliessung*: Bei einer Siedlungserweiterung mit einem an die bestehende Bebauung angrenzendes neues Quartier muss die Quartierschliessung neu erstellt und die Groberschliessung für den Anschluss des Quartiers ergänzt werden. Im Vergleich zum «Verdichten» fallen also zusätzliche Betriebs-, Unterhalts- und Kapitalkosten für die Quartierschliessung und die zusätzliche Groberschliessung an. Aber auch bei der Neuerschliessung liegen die zusätzlichen Kosten für bspw. den Ausbau der ARA unter den Durchschnittskosten der bestehenden Anlage – auch hier werden wie beim «Verdichten» nur die Kapazitätsgrenzkosten berücksichtigt.

Abbildung 4-4: Langfristige Grenzkosten der technischen Infrastruktur (exkl. Folgekosten) unterschiedlicher Siedlungserweiterungen¹⁶



Verdichten: Die innere Verdichtung ist der aus Infrastruktursicht günstigste Fall einer Siedlungserweiterung. Bei einer Verdichtung besteht die Grob- und Quartierserschliessung bereits. Zusätzliche Kosten fallen im Betrieb bzw. beim Unterhalt an. Längerfristig sind aber neben den Betriebs- und Unterhaltskosten auch die Kapazitätsgrenzkosten zu berücksichtigen (z.B. bei der Abwasserreinigung oder einer leicht grösseren Dimensionierung der Leitungen oder Kanäle).

- **Neuerschliessung:** Bei einer Siedlungserweiterung mit einem an die bestehende Bebauung angrenzendes neues Quartier muss die Quartierserschliessung neu erstellt und die Groberschliessung für den Anschluss des Quartiers ergänzt werden. Im Vergleich zum «Verdichten»

¹⁶ Der Siedlungstyp S1 ist nicht aufgeführt, da hier keine Verdichtungen vorgenommen werden können. Seine langfristigen Grenzkosten liegen bei einer Neuerschliessung in der gleichen Grössenordnung wie die Durchschnittskosten gemäss Abbildung 4-2.

ten» fallen also zusätzliche Betriebs-, Unterhalts- und Kapitalkosten für die Quartiererschliessung und die zusätzliche Groberschliessung an. Aber auch bei der Neuerschliessung liegen die zusätzlichen Kosten für bspw. den Ausbau der ARA unter den Durchschnittskosten der bestehenden Anlage – auch hier werden wie beim «Verdichten» nur die Kapazitätsgrenzkosten berücksichtigt.

Abbildung 4-4 zeigt das hohe Kosteneinsparpotenzial einer verdichteten Siedlungserweiterung gegenüber der Neuerschliessung. Eine Verdichtung (d.h. ein «Auffüllen bestehender Siedlungsgebiete») lohnt sich besonders beim Siedlungstyp 2, wo aufgrund der geringen Dichte das grösste Potenzial besteht. Eine Verdichtung in Landgemeinden ist aus Kostensicht der technischen Infrastruktur in etwa gleich zu beurteilen wie die Neuerschliessung mit 5-stöckigen Mehrfamilienhäusern (S5) in Grosszentren.

Klar ist auch das Resultat in Bezug auf die Neuerschliessung: Hier zeigt sich ganz klar, dass eine dichtere Siedlungsstruktur klare Kostenvorteile gegenüber einer Einfamilienhaussiedlung aufweist. Bspw. ergeben sich in einem Grosszentrum Neuerschliessungskosten von jährlich 660 CHF/Einwohner für ein Hochhaus (S6), was gegen über den 2'100 CHF/Einwohner für Einfamilienhäuser (S1) um den Faktor 3 tiefer liegt. Weiter lässt sich feststellen, dass in der Tendenz die Neuerschliessung in Grosszentren vor allem aufgrund der Grössenvorteile bei der äusseren Erschliessung für die meisten Siedlungstypen günstiger ist als bspw. bei ländlichen Gemeinden. Die Unterschiede belaufen sich aber auf jährlich nicht mehr als rund 200 CHF/Einwohner.

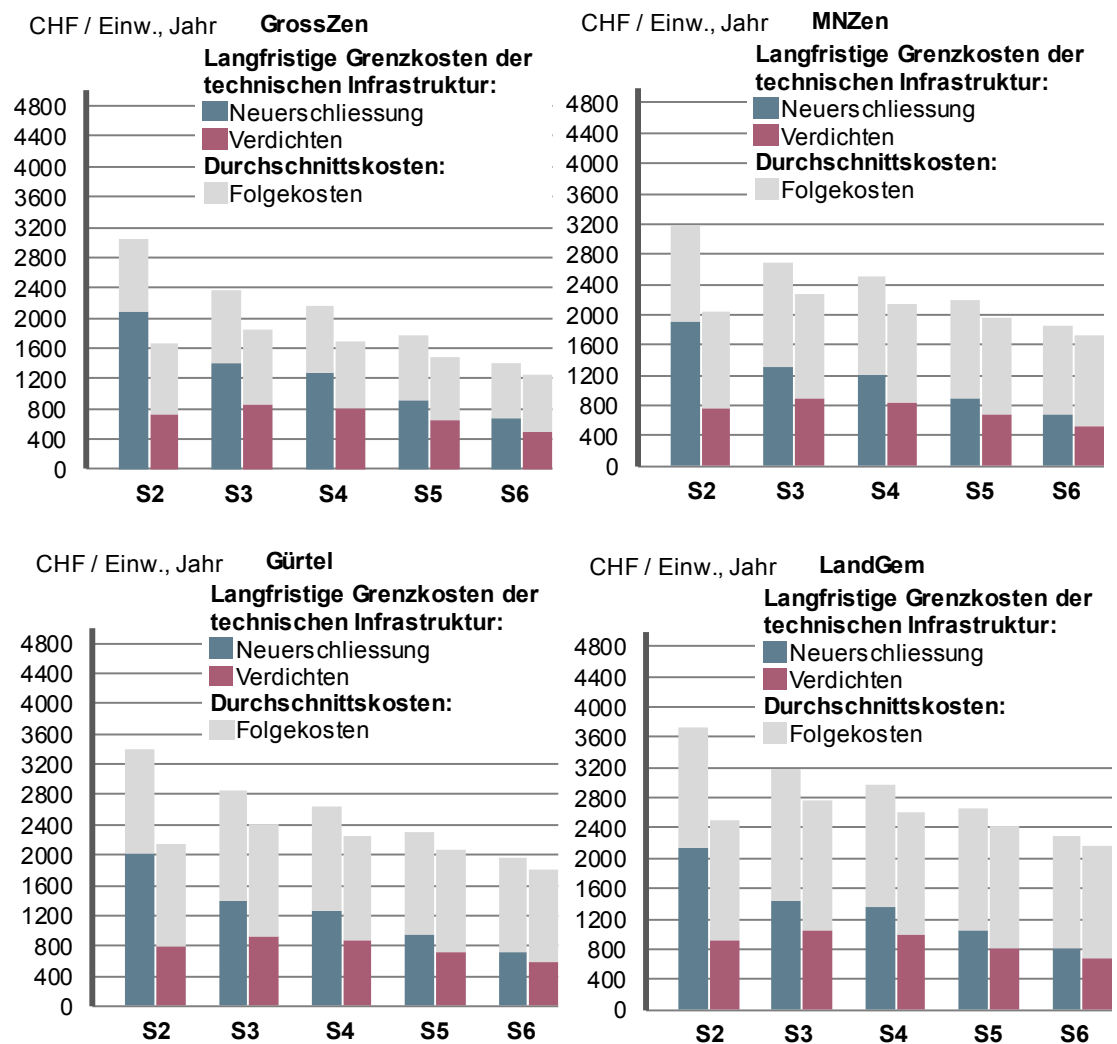
Aus der Sicht der Kosten der technischen Infrastruktur spielt es somit keine zentrale Rolle, wo – also bei welchem Ortstyp – die Neuerschliessung erfolgt, zentral ist aber, dass die Neuerschliessung mit einer verdichteten Bauweise erfolgt. Eine klare Priorisierung nach Ortstyp ergibt sich aber aus den Folgekosten des unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens (also externe Kosten und Nutzen sowie ungedeckte Kosten des ÖV). Auch wenn wir hier die langfristigen Grenzkosten nicht berechnen konnten,¹⁷ geben die Durchschnittskosten zumindest einen starken Hinweis darauf, dass die Neuerschliessung in Grosszentren in Bezug auf die Folgekosten deutlich günstiger kommt als bspw. die Neuerschliessung in ländlichen Gemeinden (vgl. Abbildung 3-18).

Bei der Frage, ob aus Kostensicht die Neuerschliessung in Grosszentren einer Verdichtung in ländlichen Gemeinden vorzuziehen, lässt sich kein definitives Fazit ziehen, da wir – wie erwähnt – die langfristigen Grenzkosten der Folgekosten des privaten und öffentlichen Personenverkehrs nicht berechnet haben. Die nachfolgende Abbildung 4-5 zeigt – rein illustrativ – die langfristigen Grenzkosten der technischen Infrastruktur zusammen mit den durchschnittlichen Folgekosten des privaten und öffentlichen Personenverkehrs. Auch wenn vermutlich die

¹⁷ Auf Basis der zur Verfügung stehenden Grundlagen konnten wir – wie bereits in EcoPlan (2000) – keinen in der nötigen Frist umsetzbaren Weg finden, um sinnvolle Grenzkosten für die externen Kosten/Nutzen des privaten und öffentlichen Personenverkehrs und die ungedeckten Kosten des ÖV herzuleiten.

Grenz-Folgekosten unter den Durchschnittskosten liegen, ist eine Neuerschliessung im städtischen Raum einer Verdichtung im ländlichen Raum aus der in dieser Studie eingenommenen Kostensicht vorzuziehen.

Abbildung 4-5: Langfristige Grenzkosten der technischen Infrastruktur unterschiedlicher Siedlungserweiterungen illustrativ ergänzt mit den durchschnittlichen Folgekosten des privaten und öffentlichen Personenverkehrs



4.4 Kostendeckung - Verursacherprinzip

Vorgängig haben wir gezeigt, dass eine zersiedelte Siedlungsstruktur zu höheren Infrastrukturkosten führt. Aus ökonomischer Sicht ist dies nur dann ein Problem, wenn die Nutzniessenden die Infrastruktur nicht vollständig bezahlen. Im Rahmen dieser Studie gehen wir nur auf einzelne Aspekte ein und diskutieren folgende beiden Fragen qualitativ:

- *Kostendeckung resp. Verursacherprinzip über ganzen Infrastrukturperimeter*: 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).
- *Verursachergerechtigkeit innerhalb Infrastrukturperimeter zwischen einzelnen Nutzer*: Zusätzlich ist zu prüfen, ob die Kostenanlastung aus der Sicht der individuellen Nutzniessenden verursachergerecht erfolgt (Frage der verursachergerechten Tarifstruktur).

Kostendeckung resp. Verursacherprinzip über ganzen Infrastrukturperimeter

Die Antwort auf die Frage nach dem Tarifniveau fällt für die vier Infrastrukturbereiche unterschiedlich aus:

- **Abwasserentsorgung und Wasserversorgung**: In die Abwasserentsorgung und Wasserversorgung flossen lange Zeit massive Subventionen von Bund und Kantonen und Gemeindesteuergeldern. Aus der Sicht der Nutzniessenden insgesamt bestand eine deutliche Kostenunterdeckung. Die heute geltenden Bestimmungen bewirken, dass die Subventionierung in diesen Bereichen keine stark verzerrende Dimension mehr hat. Entsprechend müssen die Nutzniessenden mit steigenden Gebühren rechnen, da die früher subventionierten Anlagen beim Ersatz bzw. der Erneuerung nun vollständig von den Nutzniessern zu bezahlen ist. Dies betrifft insbesondere den ländlichen Raum, da hier der subventionierte Anteil an die früheren Erstinvestitionen meist deutlich höher war als in städtischen Gemeinden. Grundsätzlich lässt sich aber festhalten, dass in der Abwasserentsorgung und der Wasserversorgung die Nutzniessenden innerhalb eines Entsorgungs- bzw. Versorgungsgebiets mehr oder weniger die vollen Kosten tragen, also keine massgeblichen Transfers über den Infrastrukturperimeter hinaus stattfinden. Dies zeigt sich exemplarisch an einer Auswertung aus dem Kanton Zürich, welche für den Abwasserbereich einen Kostendeckungsgrad von 117% und für den Wasserversorgungsbereich einen solchen von 104% aufweist.¹⁸ Diese Auswertung zeigt aber auch, dass die kalkulatorischen Kosten nach betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten rund 60% höher sind als die für die Berechnung des Kostendeckungsgrades relevanten Finanzbuchhaltungsaufwendungen. Dies ist ein Indiz dafür, dass die Gebühren, welche auf den Aufwendungen der Finanzbuchhaltung basieren, in Zukunft weiter steigen werden.

¹⁸ Vgl. Baudirektion Kanton Zürich (2014), Monitoring ökonomischer Indikatoren in der Siedlungswasserwirtschaft Abwasser und Wasserversorgung. Erhebung 2013.

- Ungedeckt werden die externen Kosten des Abwassers bleiben (z.B. Beitrag des Abwassers zum Rückgang der Fischartenvielfalt in Gewässern).
- **Verkehr – Strasseninfrastruktur:** Die Finanzflussrechnung der gesamten Strasseninfrastruktur zeigt insgesamt Einnahmen von 11.2 Mrd. CHF und Ausgaben von 11.3 Mrd. CHF (Jahr 2012)¹⁹. Der Kostendeckungsgrad beträgt somit 99%. Aus der Sicht der Gemeinden besteht im Strasseninfrastrukturbereich eine massive Kostenunterdeckung von insgesamt 2.6 Mrd. CHF im Jahr 2012, welche zulasten der allgemeinen kommunalen Budgetmittel gehen. 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 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. Die kommunale Kostenunterdeckung bei der Strasseninfrastruktur führt aber nicht zu massgeblichen Transfers über die Gemeindegrenze hinaus, da es sich im Wesentlichen um einen Transfer vom kommunalen Steuerzahler zum kommunalen Nutzniesser der Infrastruktur handelt.²⁰
 - **Verkehr – Folgekosten des unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens im Personenverkehr:** Bei den grob berechneten externen Kosten und Nutzen des Personenverkehrs und den ungedeckten Kosten des öffentlichen Personenverkehrs handelt es sich um Kosten, die nicht von den Nutzniessenden, sondern der Allgemeinheit getragen werden. Wie die Abbildung 3-17 zeigt wälzt die städtische Bevölkerung pro Kopf rund 850 CHF/Jahr auf die Allgemeinheit ab. Die ländliche Bevölkerung wälzt sogar rund 1750 CHF/Jahr auf die Allgemeinheit ab. Die ländliche Bevölkerung wälzt somit alleine bei diesen Folgekosten gegenüber der städtischen Bevölkerung 900 CHF/Jahr mehr auf die Allgemeinheit ab.
 - **Strom:** Wieder anders sieht die Situation im Strombereich aus. Hier kann davon ausgegangen werden, dass die Netzkosten von den Stromkonsumenten vollumfänglich getragen werden. Über Gewinnabgaben und Konzessionsgebühren flossen bisher sogar beträchtliche Mittel zur öffentlichen Hand.

Verursachergerechtigkeit innerhalb Infrastrukturperimeter zwischen einzelnen Nutzer

Wie die nachfolgenden Ausführungen zeigen, ist in allen Infrastrukturbereichen zumindest in der Tendenz mit einer «Quersubventionierung» innerhalb des jeweiligen Infrastrukturbereichs

¹⁹ Vgl. BFS (2015), Kosten und Finanzierung des Verkehrs.

²⁰ Für touristische Gemeinden müsste diese generelle Feststellung differenzierter diskutiert werden, da hier Steuerzahler und Nutzniesser nicht im selben Ausmass kongruent sind, wie bei nicht touristisch geprägten Gemeinden.

zugunsten der Einfamilienhaussiedlungen zu rechnen. Die angewandten Gebühren- und Tarifstrukturen berücksichtigten damit die tatsächlichen siedlungsstrukturellen Kostenunterschiede nicht oder nur ungenügend:

- **Abwasserentsorgung:** Die Richtlinie über die Finanzierung auf Gemeinde- und Verbands-ebene der beiden Verbände VSA und FES aus dem Jahre 1994²¹ wollte die Abwasserkosten möglichst verursachergerecht – unter Einbezug der Bebauungsdichte – auf die Angeschlossenen überwälzen. Die Richtlinie unterscheidet zwischen einer Grund- und einer Mengengebühr. Als Bemessungskriterium für die Grundgebühr wurde die zonengewichtete Grundstücksfläche vorgeschlagen, die den dichterelevanten Kostenunterschiede Rechnung getragen hätte. Dieses Bemessungskriterium konnte sich aber in der Folge bei den Gemeinden nicht durchsetzen. Einerseits war es schwierig kommunizierbar, andererseits wurde der initiale Vollzugsaufwand als zu gross eingeschätzt. Im Moment wird die Richtlinie aus dem Jahr 1994 überarbeitet und als neue Empfehlung im Jahr 2017 vorliegen.

Die heutige kommunale Gebührenpraxis bedient sich einer Vielzahl verschiedener Bemessungskriterien für die Grundgebühr (von sog. Belastungswerten, über Wasserzählergrösse bis zum Gebäudeversicherungswert). Die kommunalen Gebühren sind somit nur schwer untereinander vergleichbar. Der Preisüberwacher vergleicht periodisch anhand von drei Modellhaushalten die Abwassergebühren der dreihundert bevölkerungsstärksten Gemeinden.²² Die nachfolgende Abbildung 4-6 zeigt in der oberen Hälfte die jährlichen Abwassergebühren für diese drei Modellhaushalte.²³ Der Preisvergleich des Preisüberwachers zeigt, dass die pro Kopf erhobene durchschnittliche Abwassergebühr sich zwischen den Modellhaushalten nicht stark unterscheiden: Dem Einfamilienhaus wird eine Abwassergebühr von 116 CHF/Kopf verrechnet; der in einer dichten Bebauung platzierte Einpersonenhaushalt bezahlt 122 CHF/Kopf. Eine nach der Besiedlungsdichte abgestufte Kostenüberwälzung ist somit bei den jährlichen Benutzungsgebühren nicht festzustellen.

Der unter Teil der Abbildung 4-6 zeigt die durchschnittlichen Jahreskosten der Abwasserentsorgung (exkl. Kosten für die innere Erschliessung, also bspw. Hausanschlüsse) im Normkostenansatz für die Grosszentren für die Siedlungstypen S2 (Einfamilienhaus), S4 (3-stöckiges Mehrfamilienhaus) und S5 (5-stöckiges Mehrfamilienhaus). Beim Vergleich der Resultate aus dem Normkostenansatz mit den Abwassergebühren gemäss Auswertung des Preisüberwachers sind allerdings folgende Punkte zu beachten:

- *Unterschiedliche Definition der Nutzer:* Die Definition der Modellhaushalte ist nicht deckungsgleich mit unseren Siedlungstypen.

²¹ VSA – Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, FES Fachorganisation für Entsorgung und Strassenunterhalt des Schweizerischen Städteverbands (1994), Finanzierung der Abwasserentsorgung, Richtlinie über die Finanzierung auf Gemeinde- und Verbandsebene.

²² <http://www.preisvergleiche.preisueberwacher.admin.ch/>

²³ Für den Preisvergleich des Preisüberwachers wird die Grund- und Mengengebühr in CHF/m³ umgerechnet. Wir haben den Preisvergleich mit dem vom Preisüberwacher unterstellten Wasserverbrauch für die einzelnen Modellhaushalte pro Person und pro Haushalt umgerechnet.

- *Unterschiedliche Systemgrenzen:* Der Preisüberwacher vergleicht die jährlichen Benutzungsgebühren der Abwasserentsorgung (Mengengebühr und Grundgebühr mit evtl. Regenwasserkomponente). Die Anschlussgebühr, welche in der Regel die Kostenfolgen unterschiedlicher Bebauungsdichte deutlich stärker berücksichtigt als die jährlichen Benutzungsgebühren, wird im Gebührenvergleich des Preisüberwachers nicht miteinbezogen. Weiter ist zu berücksichtigen, dass das Normkostenansatz auf langfristigen kalkulatorischen Kosten basiert, die Gebühren sich aber stärker an den heute aufgrund der vergangenen Subventionierung noch zu tiefen finanzbuchhalterischen Kosten orientieren.

Abbildung 4-6: Vergleich der Abwassergebühren mit den Jahreskosten der Abwasserentsorgung gemäss Normkostenansatz

Durchschnittliche jährliche Abwassergebühren der 300 grössten Schweizer Gemeinden			
Modellhaushalte des Preisüberwachers	4-Personenhaushalt in 6-Zi.-Einfamilienhaus	3-Personenhaushalt in 4-Zi.-Wohnung (3-stöckiges Mehrfamilienhaus)	Einpersonenhaushalt in 2-Zi.-Wohnung (5-stöckiges Mehrfamilienhaus)
Durchschnitt CHF/Einwohner	116	105	122
Durchschnitt CHF/Haushalt	462	315	122

Durchschnittliche Jahreskosten Abwasserentsorgung im Normkostenmodell für GrossZen			
Siedlungstyp	S2 (Einfamilienhaus)	S4 (3-stöckiges Mehrfamilienhaus)	S5 (5-stöckiges Mehrfamilienhaus)
Durchschnitt CHF/Einwohner	268	170	126
Durchschnitt CHF/Wohneinheit	751	340	252

Differenz zwischen Jahreskosten und Abwassergebühren			
Durchschnitt CHF/Einwohner	153	65	4
Durchschnitt CHF/Wohneinheit	289	25	130

Quelle: Abwassergebühren gemäss Auswertung des Preisüberwachers, Jahreskosten gemäss Normkostenansatz.

Die obigen beiden Punkte zeigen deutlich, dass kein direkter Vergleich zwischen Abwassergebühren der Modellhaushalte und Normkosten der Siedlungstypen möglich ist. Trotzdem lassen sich qualitativ einige Erkenntnisse aus diesem Vergleich ableiten:

- Die in der heutigen Gebührenpraxis der Abwasserentsorgung²⁴ angewendeten Bemessungskriterien bei den jährlichen Benutzungsgebühren differenzieren zu wenig stark nach Bebauungsdichte – die in der heutigen Gebührenpraxis angewendeten Tarifstrukturen «diskriminieren» somit zu wenig stark zwischen dicht und weniger dicht bebauten Gebieten.

²⁴ Durchschnitt der Gebühren der 300 bevölkerungsstärksten Gemeinden.

- Die Kosten unterscheiden sich aber stark nach Bebauungsdichte, wobei die Anschlussgebühr in der Regel zumindest teilweise als Korrektiv hin zu einer höheren Belastung bei weniger dichten Besiedelung wirken.
- In Zukunft wird das Korrektiv der Anschlussgebühr an Bedeutung verlieren, da ein immer grösserer Teil der Erneuerungskosten über die jährliche Benutzungsgebühr zu finanzieren ist. Eine verursachergerechte jährliche Benutzungsgebühr muss daher zumindest längerfristig deutlich nach der Bebauungsdichte diskriminieren. Diese nach Siedlungsdichte abgestufte Gebühr kann nur mit der Grundgebühr erfolgen. Dabei muss das für die Grundgebühr angewendete Bemessungskriterium nicht unbedingt einen direkten Bezug zur Siedlungsdichte aufweisen. Bspw. kann mit einer Grundgebühr, welche auf Belastungswerten²⁵ erhoben wird, auch die erwünschte Wirkung einer Differenzierung zwischen dicht und weniger dicht besiedelten Gebieten erreicht werden.²⁶
- Weiter kann davon ausgegangen werden, dass längerfristig die Kosten für die Abwasserentsorgung in Zukunft steigen werden (wegfallende Subventionen). Dies impliziert, dass die notwendige Gebührenerhöhung vor allem auf der Grundgebühr zu erfolgen hat, damit die gesamte jährliche Benutzungsgebühr (Grund- und Mengengebühr) insgesamt den unterschiedlichen Kosten nach Bebauungsdichte Rechnung tragen kann.

Die im Moment in Überarbeitung befindliche Empfehlung wird diese Thematik – neben allen anderen Randbedingungen (wie bspw. leichter Verständlichkeit des Gebührensystems, einfacher Vollzug usw.) – berücksichtigen. Es darf also damit gerechnet werden, dass die zersiedlungsbedingten Mehrkosten bei der Abwasserinfrastruktur vermehrt auf die tatsächlichen Verursacher übertragen werden. Daher müssten insbesondere die Einfamilienhäuser (Siedlungstyp S2 und S1) in Zukunft mit überproportional starkem Gebührenwachstum rechnen, sofern sich eine verursachergerechte Finanzierung etablieren wird.

- **Wasserversorgung:** Auch bei der Wasserversorgung besteht keine siedlungsspezifische Preisgestaltung, wie die Auswertung des Preisüberwachers bei seinem Vergleich der jährlichen Wassergebühren der dreihundert grössten Gemeinden zeigt (vgl. oberer Teil der Abbildung 4-8). Ähnlich wie bei der Abwasserentsorgung müsste auch bei der Wasserversorgung angesichts der Ergebnisse des vorliegenden Normkostenansatzes eine stärkere Differenzierung nach der Bebauungsdichte vorgenommen werden (vgl. unterer Teil der Abbildung 4-8), um das Verursacherprinzip besser umzusetzen.

Die obigen Erkenntnisse aus dem Gebührenvergleich der Abwasserentsorgung mit dem Normkostenansatz gelten auch für die Wasserversorgung. Auch hier ist damit zu rechnen,

²⁵ Belastungswerte sind normierte Werte, welche auf dem Volumenstrom in Liter pro Sekunden basieren. Belastungswerte zeigen also an, welche «Versorgungsleistung» beansprucht wird.

²⁶ Im Rahmen der Arbeiten für die neue «Empfehlung Gebührensystem und Kostenverteilung bei Abwasseranlagen» des VSA und der Organisation Kommunale Infrastruktur haben wir am Beispiel der Gemeinde Köniz aufgezeigt, dass mit einer nach Belastungswerten oder auch pauschal nach Wasserbezugsvolumen abgestuften Grundgebühr eine nach Siedlungsstruktur differenzierte Gebührenstruktur erhalten.

dass mit den aktuellen Empfehlungen des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfachs (SVGW)²⁷ das Verursacherprinzip auch hinsichtlich der siedlungsspezifischen Kostenunterschiede besser durchgesetzt wird. So stärkt bspw. diese Empfehlung die Rolle der Grundgebühr, welche 50% bis 80% der Gesamtkosten decken sollte. Wenn auch in der Wasserversorgung die künftig steigenden Kosten vermehrt über die Grundgebühr gedeckt werden, so kann das Verursacherprinzip auch hinsichtlich der siedlungsspezifischen Kostenunterschiede besser umgesetzt werden.

Abbildung 4-7: Vergleich der Wassergebühren mit den Jahreskosten der Wasserversorgung gemäss Normkostenansatz

Durchschnittliche jährliche Wassergebühren der 300 grössten Schweizer Gemeinden			
Modellhaushalte des Preisüberwachers	4-Personenhaushalt in 6-Zi.-Einfamilienhaus	3-Personenhaushalt in 4-Zi.-Wohnung (3-stöckiges Mehrfamilienhaus)	Einpersonenhaushalt in 2-Zi.-Wohnung (5-stöckiges Mehrfamilienhaus)
Durchschnitt CHF/Einwohner	112	94	118
Durchschnitt CHF/Haushalt	449	282	118

Durchschnittliche Jahreskosten Wasserversorgung im Normkostenmodell für GrossZen			
Siedlungstyp	S2 (Einfamilienhaus)	S4 (3-stöckiges Mehrfamilienhaus)	S5 (5-stöckiges Mehrfamilienhaus)
Durchschnitt CHF/Einwohner	242	154	120
Durchschnitt CHF/Wohneinheit	676	308	240

Differenz zwischen Jahreskosten und Wassergebühren			
Siedlungstyp	S2 (Einfamilienhaus)	S4 (3-stöckiges Mehrfamilienhaus)	S5 (5-stöckiges Mehrfamilienhaus)
Durchschnitt CHF/Einwohner	130	60	2
Durchschnitt CHF/Wohneinheit	228	26	122

Quelle: Wassergebühren gemäss Auswertung des Preisüberwachers, Jahreskosten gemäss Normkostenansatz.

- **Verkehr:** Wie schon erwähnt, gibt es auf kommunaler Ebene im *Strasseninfrastrukturbereich* «Quersubventionierungen» von den Steuerzahlern zu den Strassenbenutzern, da die Benutzung der Gemeindestrassen nicht kostendeckend ist und die Kosten nicht verursachergerecht auf die tatsächlichen Nutzer überwältzt werden. Die «Quersubventionierung» bleibt aber in Bezug auf die Strasseninfrastruktur innerhalb der Gemeinde. Anders sieht es bei den externen Kosten und Nutzen des privaten und öffentlichen Personenverkehrs aus:

²⁷ SVGW (2009), Empfehlung zur Finanzierung der Wasserversorgung.

Hier verursachen bspw. Verkehrsnutzer in ländlichen Gemeinden höhere von der Allgemeinheit getragene Kosten als Verkehrsnutzer in städtischen Gebieten. Auch verursachen Verkehrsnutzer in weniger dicht bebauten Gebieten höhere von der Allgemeinheit getragene Kosten als Verkehrsnutzer in dicht bebauten Gebieten. In Zukunft ist damit zu rechnen, dass zumindest teilweise ein diesbezüglich kosten- und verursachergerechteres Mobility Pricing System eine gewisse Umsetzungschance erhält, auch wenn ein Einbezug der externen Kosten in der aktuellen Konzeption eines Mobility Pricings explizit ausgeschlossen wird.

- **Stromversorgung:** Eine Differenzierung der Stromtarife nach der Besiedlungsdichte ist gemäss StromVG Art. 16 nicht möglich. Es gelten harmonisierte Tarife innerhalb des Versorgungsgebiets eines Stromversorgers. Stromkonsumenten mit dem gleichen Verbrauchsverhalten bezahlen die gleichen Netznutzungsgebühren, unabhängig von den tatsächlichen Kosten in den einzelnen Siedlungsgebieten. Dies bedeutet, dass innerhalb des Perimeters eines Stromversorgungsunternehmens eine «Quersubventionierung» von tendenziell kostengünstigen (dichtbesiedelten) Gebieten zu teuren Gebieten stattfindet.

Die heutige Tarifstruktur ist auch aus anderen Gründen nicht verursachergerecht: (i) Die Umlegung der Netzkosten über die Arbeitspreise führt dazu, dass Haushalte mit hohem Stromverbrauch aus einer Kostenverursachersicht zu viel an das Netz bezahlen, dies zugunsten der Haushalte mit wenig Stromverbrauch. Eine Netztarifierung auf Basis der bezogenen Leistung wäre somit verursachergerechter. (ii) Auch die dezentrale Stromproduktion (bspw. mittels Photovoltaik) führt unter der heutigen Eigenverbrauchsregelung²⁸ zu steigenden Quersubventionierungen bei den Netzkosten. Bei einem hohen Eigenstromanteil, zahlt ein Photovoltaikanlagebetreiber bei der herrschenden auf Arbeitspreisen basierenden Tarifierung wenig an das Netz, obwohl er dem Netz überdurchschnittlich hohe Kosten verursacht.

Der VSE (Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen) setzt sich dafür ein, den Netzbetreibern mehr Freiheiten für netzdienliche Tarife zu geben. Als netzdienlich bezeichnet der VSE Tarife, welche die Endverbraucher animieren, das Netz effizient zu nutzen. Ob und in welcher Ausgestaltung Leistungstarife auch im Haushaltbereich eingeführt werden, ist noch offen. Mit der Tarifierung werden auch andere Ziele als nur eine möglichst verursacherorientierte Finanzierung der Netze verfolgt. Je nach Ausgestaltung solcher Leistungstarife reduzieren sich auch die heutigen siedlungsstrukturbedingten Quersubventionierungen.

²⁸ Eigenverbrauchsregelung: Alle Anlagenbetreiber haben das Recht, die eigenerzeugte Elektrizität vor Ort selbst zu verbrauchen. Es gibt also keine Pflicht, den gesamten produzierten Strom ins öffentliche Netz einzuspeisen. Dieses Recht auf Eigenverbrauch ist im Energiegesetz festgehalten.

4.5 Vergleich der Ergebnisse mit jenen aus dem Jahr 2000

Nachfolgend wird ein Vergleich der Ergebnisse mit denjenigen aus dem Jahr 2000 gezogen. Beim Verkehr wird nur die Strasseninfrastruktur in den Vergleich aufgenommen. Bei den externen Kosten und Nutzen des Verkehrs kamen neu berücksichtigte Kosten- und Nutzenbereiche dazu, sodass wir diese Folgekosten für den vorliegenden Vergleich ausgeklammert haben. Abbildung 4-8 zeigt, dass im Jahr 2000 die durchschnittlichen pro Kopf-Kosten bestehender Siedlungen mit abnehmender Dichte des Ortstyps zugenommen haben. Während die jährlichen Kosten in der Stadt 1'260 CHF pro Einwohner betragen, nahmen diese in der Randgemeinde bis auf 3'000 CHF / pro Einwohner zu.

Abbildung 4-8: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen nach Ortstypen, Jahr 2000

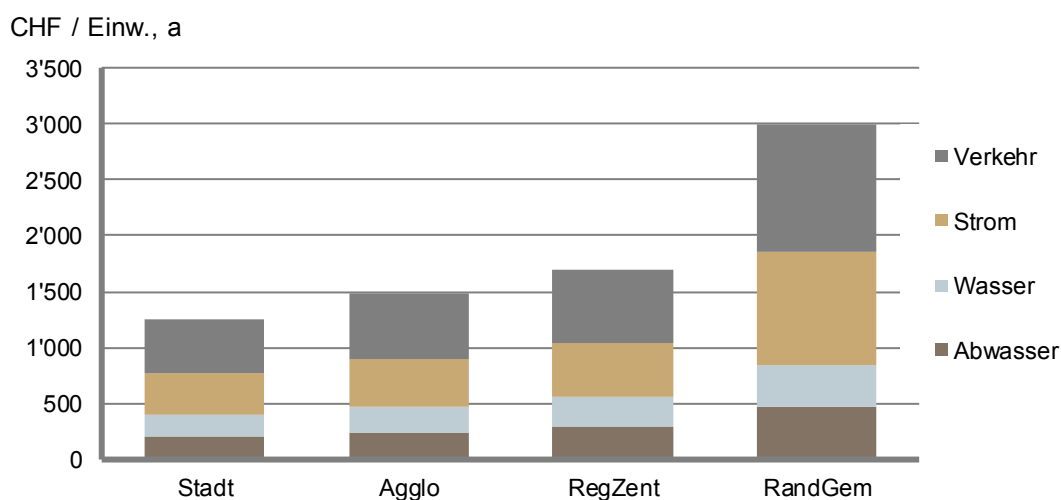
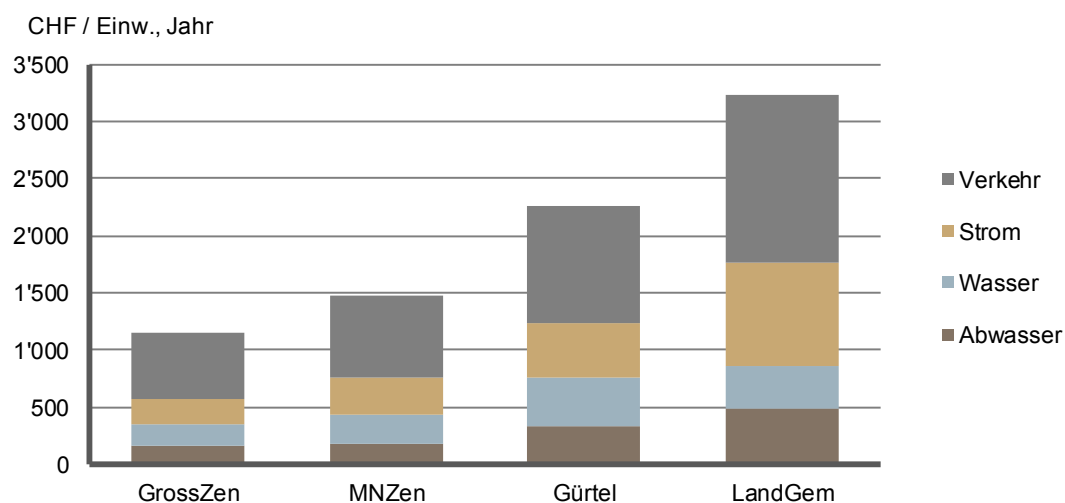


Abbildung 4-9: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen nach Ortstypen, Jahr 2016

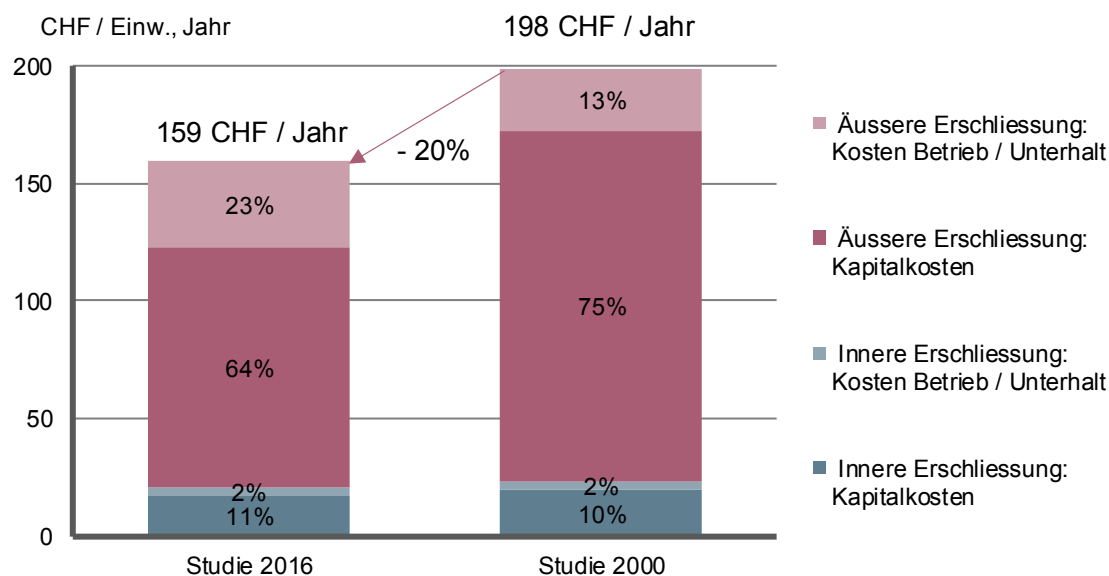


Die aktuellen Berechnungen (vgl. Abbildung 4-9) bestätigen die Ergebnisse aus dem Jahr 2000, dass die durchschnittlichen Kosten pro Einwohner mit abnehmender Dichte kontinuierlich zunehmen. Im Vergleich zu den Ergebnissen aus dem Jahr 2000 sind die berechneten durchschnittlichen pro Kopf-Kosten im Grosszentrum tiefer (Vergleich Stadt – GrossZen). Hingegen fallen in ländlichen Gemeinden die Kosten im Durchschnitt höher aus als im Jahr 2000 (Vergleich RandGem – LandGem). Die beiden Kategorien Agglo und RegZent lassen sich nicht direkt mit den beiden Kategorien Gürtel und MNZen vergleichen, da sie unterschiedlich definiert sind.

4.5.1 Abwasserentsorgung

Die Abbildung 4-10 zeigt am Beispiel des Grosszentrums (GrossZen), dass die Kosten pro Einwohner für die Abwasserentsorgung i.Vgl. zum Bericht 2000 um ca. 20% tiefer liegen. Der Hauptgrund dafür ist, dass in den aktuellen Berechnungen aus dem Jahr 2016 die tatsächlich nur durch das Wohnen verursachten Kosten berücksichtigt sind und nicht auch der Anteil Wirtschaft wie in der Studie 2000.

Abbildung 4-10: Vergleich der Kosten für die Abwasserentsorgung in einem Grosszentrum zwischen 2016 und 2000, CHF / Einwohner und Jahr

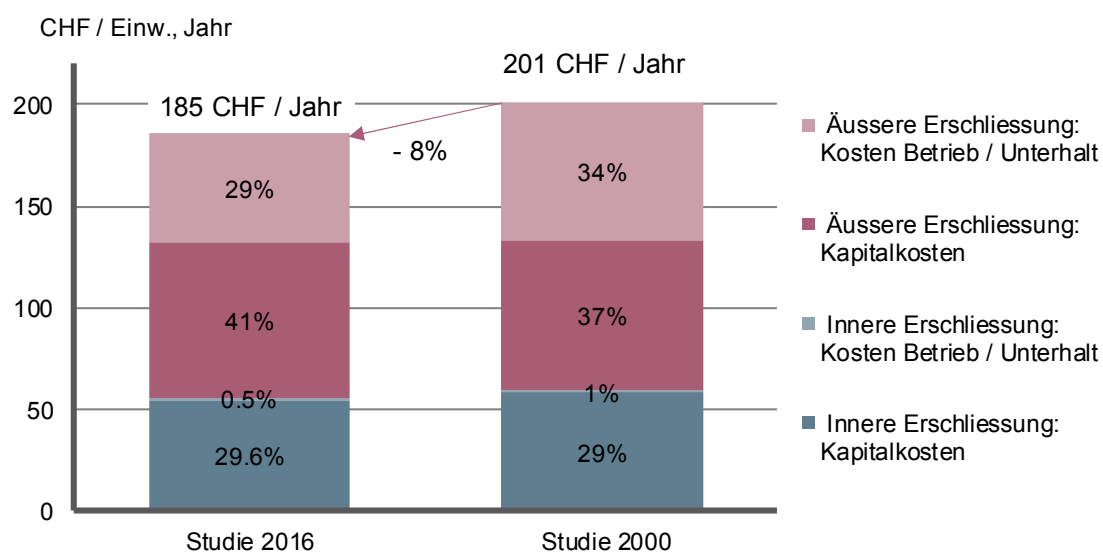


Bei den ländlichen Gemeinden weist die Studie 2016 hingegen leicht höhere Kosten aus als die Studie 2010. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in den ländlichen Gemeinden der Wohnbereich dominiert und der wegfallende Kostenanteil des Gewerbes und der Dienstleistungen die höheren Preise/Kosten nicht kompensieren kann.

4.5.2 Wasserversorgung

Die berechneten jährlichen pro Kopf-Kosten 2016 für die Wasserversorgung in einem Grosszentrum sind aus denselben Gründen wie bei der Abwasserentsorgung im Vergleich zu den Berechnungen 2000 um durchschnittlich 8% gesunken. Auch in der Wasserversorgung gilt, dass in der aktuellen Studie 2016 tatsächlich nur die durch das Wohnen verursachten Kosten berücksichtigt sind und nicht auch der Anteil Wirtschaft wie in der Studie 2000.

Abbildung 4-11: Vergleich der Kosten für die Wasserversorgung in einem Grosszentrum zwischen 2016 und 2000, CHF / Einwohner und Jahr

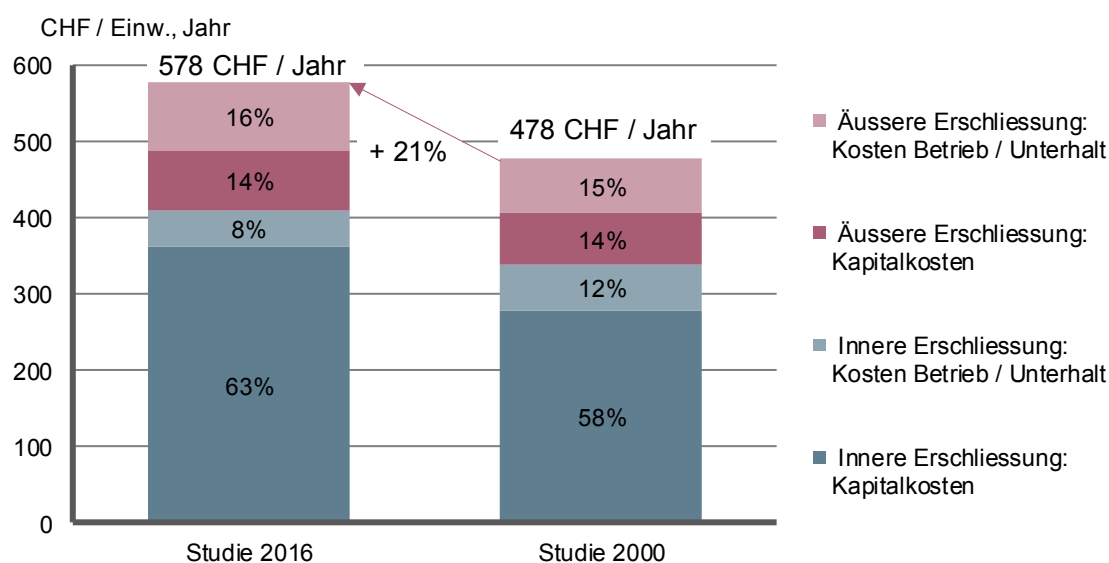


Auch in der Wasserversorgung weist die Studie 2016 bei den ländlichen Gemeinden leicht höhere Kosten aus als die Studie 2010. Dies ist ebenfalls darauf zurückzuführen, dass in den ländlichen Gemeinden der Wohnbereich dominiert und der wegfallende Kostenanteil des Gewerbes und der Dienstleistungen die höheren Preise/Kosten nicht kompensieren kann.

4.5.3 Verkehr – Strasseninfrastruktur

Die berechneten jährlichen Kosten pro Einwohner bei der Strasseninfrastruktur sind im Vergleich zu den Berechnungen aus dem Jahr 2000 für ein Grosszentrum um 21% angestiegen. Begründet wird der Anstieg mit dem längeren Strassennetz und besseren Grundlagendaten. In den drei anderen Ortstypen haben die Infrastrukturkosten pro-Kopf ebenfalls zugenommen.

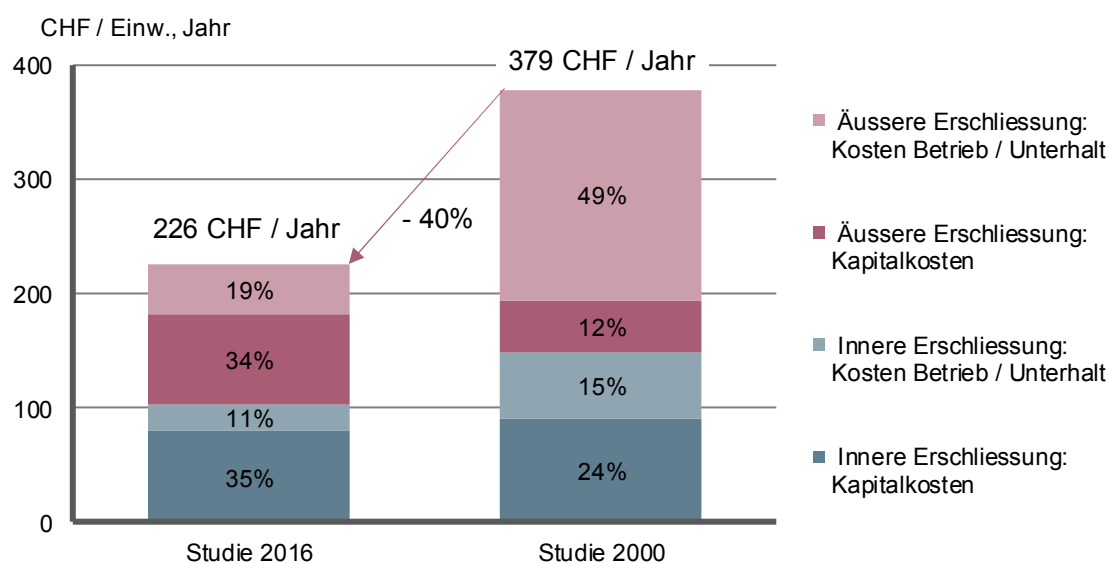
Abbildung 4-12: Vergleich der Kosten für die Strasseninfrastruktur in einem Grosszentrum zwischen 2016 und 2000, CHF / Einwohner und Jahr



4.5.4 Stromversorgung - Netzkosten

Die berechneten Kosten bei der Stromversorgung (Netzkosten) sind pro Einwohner in einem Grosszentrum im Vergleich zu den Berechnungen 2000 um ca. 40% gesunken. Ein Rückgang der pro Kopf-Kosten hat auch in den anderen Ortstypen stattgefunden. In der Studie 2000 wurden die Betriebs- und Unterhaltskosten für die äussere Erschliessung überschätzt.

Abbildung 4-13: Vergleich der Kosten für die Stromversorgung in einem Grosszentrum zwischen 2016 und 2000, CHF / Einwohner und Jahr



5 Schlussfolgerungen

Im Vergleich zur Studie Ecoplan (2000) kommen wir in der vorliegenden Studie zu ähnlichen Schlussfolgerungen. Die Resultate in der Abwasserentsorgung und der Wasserversorgung liegen in einer ähnlichen Grössenordnung. In der vorliegenden Studie wurde aber zusätzlich eine Abgrenzung zwischen Wohn- und Wirtschaftsbereich vorgenommen, so dass nur die vom Wohnbereich verursachten Kosten auch tatsächlich berücksichtigt werden. Im Verkehrsbereich (Strasseninfrastruktur und Folgekosten) und der Stromversorgung lagen zusätzliche Daten vor, welche zu teils deutlichen Abweichungen im Niveau der ausgewiesenen Kosten führten. Diese neuen Datengrundlagen veränderten aber die Resultate in Bezug auf den Einfluss der Siedlungsdichte auf die Infrastrukturkosten nicht wesentlich. Die wesentlichen Schlussfolgerungen der vorliegenden Studie decken sich somit weitgehend mit der Studie Ecoplan (2000):

Je dichter der Siedlungstyp desto tiefer die Pro-Kopf-Kosten der techn. Infrastruktur

Die Kosten für die technische Infrastruktur werden durch den Siedlungstyp erheblich beeinflusst: Die im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten Berechnungen zu den Infrastrukturbereichen Abwasserentsorgung, Wasserversorgung, Strassen und Stromversorgung zeigen in allen vier Infrastrukturbereichen, dass wenig verdichtete Siedlungsstrukturen (Einfamilienhäuser) zu deutlich höheren Pro-Kopf-Kosten führen. Beispielsweise sind die Infrastrukturkosten pro Einwohner und Jahr bei einer Einfamilienhaussiedlung um den Faktor 2.5 bis 3.3 höher als bei einer verdichteten Siedlungsform (Hochhaus). Die Unterschiede sind bei allen vier Infrastrukturbereichen etwa gleich deutlich. Die Kosten der technischen Infrastruktur sind deutlich weniger vom Ortstyp abhängig – dominant ist der Siedlungstyp für die Erklärung der technischen Infrastrukturkosten.

Je städtischer der Ortstyp desto tiefer die Pro-Kopf-Folgekosten des Personenverkehrs

Die Folgekosten des Personenverkehrs (externe Kosten und Nutzen des Personenverkehrs und die ungedeckten Kosten des öffentlichen Verkehrs) sind in erster Linie vom Ortstyp abhängig. Das bedeutet, dass die Folgekosten nicht so stark davon abhängen, ob in einem Einfamilienhaus oder einem Mehrfamilienhaus gewohnt wird – bestimmender für die Höhe der Folgekosten ist der Ortstyp. Die Pro-Kopf-Folgekosten in ländlichen Gemeinden sind knapp doppelt so hoch wie in den Grosszentren.

Siedlungserweiterung – Verdichten oder Neuerschliessung?

Wenn in einer bestimmten Gemeinde die Frage nach der Art der Siedlungserweiterung ansteht (Verdichten im bestehenden Siedlungsgebiet oder Neuerschliessung angrenzend an das bestehende Siedlungsgebiet), dann gibt es aus Infrastrukturkostensicht eine klare Antwort: Der

Weg über das Verdichten ist infrastrukturseitig immer kostengünstiger als die Neuerschliessung. Die mit Abstand grössten Einsparungen einer Verdichtung gegenüber einer Neuerschliessung zeigen sich bei den Einfamilienhausquartieren. Die Verdichtung bringt gegenüber der Neuerschliessung bei Einfamilienhäusern bedeutende Kostenvorteile bei der technischen Infrastruktur in der Grössenordnung von jährlich rund 1'200 bis 1'400 CHF/Einwohner. Diese Kostenvorteile der Verdichtung gegenüber einer Neuerschliessung sind bspw. bei einer Verdichtung in einem Quartier mit 5-stöckigen Mehrfamilienhäusern deutlich geringer und betragen noch jährlich rund 200 bis 300 CHF/Einwohner.

Siedlungserweiterung – in welchem Ortstyp?

Aus der Sicht der Kosten der technischen Infrastruktur spielt es keine zentrale Rolle, wo – also bei welchem Ortstyp – die Neuerschliessung erfolgt, zentral ist aber, dass die Neuerschliessung mit einer verdichteten Bauweise erfolgt. Eine klare Priorisierung nach Ortstyp ergibt sich aber aus den Folgekosten (also externe Kosten und ungedeckte Kosten des ÖV): Die Neuerschliessung in Grosszentren ist in Bezug auf die Pro-Kopf-Folgekosten deutlich günstiger als bspw. die Neuerschliessung in ländlichen Gemeinden.

Bei der Frage, ob aus Kostensicht die Neuerschliessung in Grosszentren einer Verdichtung in ländlichen Gemeinden vorzuziehen, lässt sich kein definitives Fazit ziehen. Es darf aber vermutet werden, dass eine Neuerschliessung im städtischen Raum einer Verdichtung im ländlichen Raum aus der in dieser Studie eingenommenen Infrastrukturkostensicht (inkl. Folgekosten) vorzuziehen ist.

«Quersubventionierungen» bei den Infrastrukturkosten

Vorgängig haben wir gezeigt, dass eine zersiedelte Siedlungsstruktur zu höheren Pro-Kopf-Infrastrukturkosten führt. Aus ökonomischer Sicht ist dies nur dann ein Problem, wenn die Nutzniessenden die Infrastruktur nicht vollständig bezahlen. Folgende Problempunkte bzw. «Quersubventionierungen» haben wir in den vier untersuchten Infrastrukturbereichen festgestellt:

- **Abwasserentsorgung:** Die heutigen über Abwassergebühren verrechneten Kosten liegen aufgrund der vergangenen Subventionierung von Abwasseranlagen deutlich unter den langfristig zu erwartenden Infrastrukturkosten. Eine massgebliche Quersubventionierung zwischen den einzelnen Einzugsgebieten der Abwasserentsorgung ist heute nicht mehr festzustellen. Allerdings besteht die Gefahr einer Quersubventionierung innerhalb des jeweiligen Einzugsgebiets: Die Abwassergebühren von Einfamilienhäusern sind im Vergleich zu Mehrfamilien- oder Hochhäusern zu tief.
- **Wasserversorgung:** Hier gilt dasselbe wie bei der Abwasserentsorgung: (i) keine «Quersubventionierungen» über das Einzugsgebiet hinaus, (ii) heutige Gebühren werden aufgrund der längerfristig steigenden Kosten zunehmen, (iii) Quersubventionierung zugunsten der Einfamilienhäusern.

- **Strasseninfrastruktur und Folgekosten:** Auf kommunaler Ebene zeigt sich im *Strasseninfrastrukturbereich* eine «Quersubventionierungen» von den Steuerzahlern zu den Strassenbenutzern, da die Benutzung der Gemeindestrassen nicht kostendeckend ist und die Kosten nicht verursachergerecht auf die tatsächlichen Nutzer überwältzt werden. Die «Quersubventionierung» bleibt aber in Bezug auf die Strasseninfrastruktur innerhalb der Gemeinde. Anders sieht es bei den externen Kosten und Nutzen des privaten und öffentlichen Personenverkehrs aus, hier ergeben sich «Quersubventionierungen» von der Allgemeinheit zu den Verkehrsnutzern überregional wie auch innerkommunal.
- **Stromversorgung:** Die gesamten Netzkosten im Einzugsgebiet eines Elektrizitätsunternehmens werden vollumfänglich von den Nutzern bezahlt – eine Quersubventionierung über das Einzugsgebiet hinaus findet somit nicht statt. Hingegen wird innerhalb des Einzugsgebiets des Elektrizitätsversorgungsunternehmens zwischen den tendenziell kostengünstigen (dichtebesiedelten) Gebieten zu den teureren, zersiedelten Gebieten quersubventioniert. Dies darum, weil im Grundsatz innerhalb des Versorgungsgebiets des Stromversorgers harmonisierte Tarife gelten. Da die Schweiz (noch) über 600 kommunale und regionale Netzbetreiber aufweist, dürfte diese Quersubventionierung über die ganze Schweiz betrachtet im Rahmen bleiben. Innerhalb eines EVUs können aber trotzdem beachtliche Quersubventionierungen auftreten.

Mit Änderungen im Finanzierungssystem «Quersubventionierungen» und falsche «Preissignale» vermindern

Grundsätzlich sind mit den Empfehlungen zur Finanzierung der **Abwasser- und Wasserinfrastruktur** der Branchenverbände die Grundlagen vorhanden, um eine verursachergerechte Finanzierung, welche auch siedlungsstrukturelle Kostenunterschiede zumindest teilweise berücksichtigt, in den Gemeinden umzusetzen. Es darf also damit gerechnet werden, dass die zersiedelungsbedingten Mehrkosten bei der Abwasser- und Wasserinfrastruktur vermehrt auf die tatsächlichen Verursacher übertragen werden. Dies kann bspw. durch eine Stärkung der Grundgebühr (höherer Anteil der Grundgebühr an den Gesamteinnahmen) im Rahmen der langfristig steigenden Kosten oder über eine Anpassung des Bemessungskriteriums der Grundgebühr erfolgen. Diese Änderungen werden dazu führen, dass insbesondere die Einfamilienhäuser (Siedlungstyp S2 und S1) in Zukunft mit überproportional starkem Gebührenwachstum rechnen müssen, sofern sich eine solche verursachergerechte Finanzierung etablieren wird.

Der grösste Handlungsbedarf liegt im Bereich des **Personenverkehrs**. Hier gilt es insbesondere die von der Allgemeinheit getragenen Folgekosten (externe Kosten und ungedeckte ÖV-Kosten) auf die Verursacher bzw. Nutzer bspw. mit einem entsprechend ausgestalteten Mobility-Pricing-System zu überwälzen. Dies ist aber in der heutigen Definition des Mobility Pricings des Bundes explizit ausgeschlossen.

In der **Stromversorgung** stehen bei der Stromtarifdiskussion die siedlungsspezifischen Kostenunterschiede nicht im Vordergrund. Aus anderen Gründen, wie bspw. der vermehrte Einsatz von Photovoltaikanlagen, fordert der Verein Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen eine

stärkere Berücksichtigung der bezogenen Leistung bei der Stromtarifizierung. Ob und in welcher Ausgestaltung Leistungstarife auch im Haushaltbereich eingeführt werden, ist noch offen. Je nach Ausgestaltung solcher Leistungstarife würden sich auch die heutigen siedlungsstrukturbedingten Quersubventionierungen reduzieren.

Technischer Fortschritt verändert auch die Kostenstrukturen

Die Schlussfolgerungen haben wir unter dem Eindruck der heutigen zentralen Entsorgungs- und Versorgungsstrukturen gezogen. Wie der technische Fortschritt die künftigen Infrastrukturkosten beeinflussen wird, ist kaum abzuschätzen. Einerseits gab und wird es Technologien geben, mit welchen die heutigen zentralen Strukturen kosteneffizienter erneuert oder unterhalten werden können (bspw. Inline-Kanalsanierung). Andererseits werden die dezentralen Technologien (bspw. On-Site-Treatment in der Abwasserentsorgung) günstiger:

- **Abwasserentsorgung:** Bei kleineren Abwasseranlagen wird bei anstehender Erneuerung meistens der Anschluss an die nächste Grosskläranlage geprüft. Es besteht also eine Tendenz zu einer stärkeren Zentralisierung. Auch die höheren Qualitätsanforderungen sprechen tendenziell für eine Zentralisierung. Demgegenüber wird das sog. On-Site-Treatment immer günstiger und könnte zumindest in den weniger dicht besiedelten Gebieten kostengünstiger zu deutlichen Einsparungen führen (vgl. Eggimann et al. (2016)).
- **Wasserversorgung:** Hier werden regionale Zusammenschlüsse vor allem unter dem Aspekt der Versorgungssicherheit vorangetrieben. Dezentrale Lösungen sind auch im Wasserversorgungsbereich in Zukunft denkbar, aber heute in der Regel noch viel zu teuer (bspw. Brauchwasser über Regenwassersammlung und Trinkwasser über Frischwassertanks, welche mit Lastwagen versorgt werden).
- **Personenverkehr:** Elektromobilität und selbstfahrende Fahrzeuge werden für dezentrale, auf den Individualverkehr angewiesene Siedlungsstrukturen attraktiver machen. Einerseits werden die externen Kosten des privaten Personenverkehrs sinken und die heutigen Nachteile hoher Zeitkosten zumindest stark relativiert.
- **Stromversorgung:** Bei der Stromversorgung dürften sowohl dezentrale als auch zentrale Siedlungsstrukturen vom technischen Fortschritt betroffen sein: In dezentralen Siedlungsstrukturen ist das Stromeigenproduktionspotenzial grösser mit entsprechenden Zusatzkosten für die Stromnetze. In zentralen Siedlungsstrukturen dürfte bspw. die intelligente Verbrauchssteuerung (Smart Home, virtuelle Kraftwerke) kostengünstiger umsetzbar sein.

Inwieweit der technische Fortschritt insgesamt zugunsten dezentraler Siedlungsstrukturen erfolgt, muss offenbleiben. Die obigen Ausführungen zeigen, dass die in der Vergangenheit beobachtete Tendenz zur Zentralisierung künftig relativiert werden könnte. Es ist nicht ausgeschlossen, dass sich der technische Fortschritt im Bereich der Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen stärker zugunsten der dezentralen Siedlungsstrukturen auswirkt. Dies würde bedeuten, dass geringe Siedlungsdichte und abgelegene Siedlungen aus Infrastruktursicht relativ günstiger werden und die in diesem Bericht festgestellten Kostendifferenzen zwischen dicht und weniger dicht besiedelten Gebieten kleiner werden. Wie erwähnt, kann aber auch eine gegenteilige Entwicklung – also eine technische Entwicklung zugunsten zentraler Ver- und Entsorgung – nicht ausgeschlossen werden.

Bestandesaufnahme zu den siedlungsstrukturabhängigen Infrastrukturkosten

Der vorliegende Bericht bietet eine Bestandesaufnahme zu den Abhängigkeiten der Kosten der technischen Infrastruktur von der Siedlungsstruktur und ist damit nur ein kleiner «Puzzlestein» zur Beantwortung der Frage, ob verdichtetes Bauen gesamthaft bzw. volkswirtschaftlich günstiger ist?

6 Anhang A: Literaturüberblick

Nachfolgend geben wir einen Überblick über die nationale und internationale Literatur zur Thematik der Infrastrukturkosten unterschiedlicher Siedlungstypen. Bei den internationalen Studien beschränken wir uns auf die Studien, die aus methodischer Sicht interessant sind oder in einem mit der Schweizer Besiedlung vergleichbaren räumlichen Erschliessungskontext stehen. Die folgenden Studien werden nachfolgend im Hinblick auf die verwendete Methodik und die wichtigsten Resultate kurz besprochen:

- a) Ecoplan (2000);
- b) Kemper R., Gilgen K. (2008);
- c) Pflieger G., Ecoffey F. (2011);
- d) Jenssen T., Karakoyun E. (2005);
- e) Siedentop St., Koziol M., Gutsche J.-M. (2006);
- f) Koziol M., Holger F. (2009);
- g) Fackler A. (2007);
- h) Deal B., Schunk D. (2004);
- i) Dallhammer E., Mollay U. (2008);
- j) Dallhammer E. (2014).

Unter k) und l) findet sich eine tabellarische Zusammenstellung der betrachteten Literatur und der unterstellten Normkostendaten.

a) Ecoplan (2000)

Ziel der Studie war die Berechnung der Infrastrukturkosten (beschränkt auf die technische Infrastruktur für Abwasser, Wasser, Strom, Verkehr) unterschiedlicher Siedlungsstrukturen über einen Normkostenansatz. Die drei Fragestellungen waren:

- Wie hoch sind die Infrastrukturkosten für verschiedene Siedlungstypen?



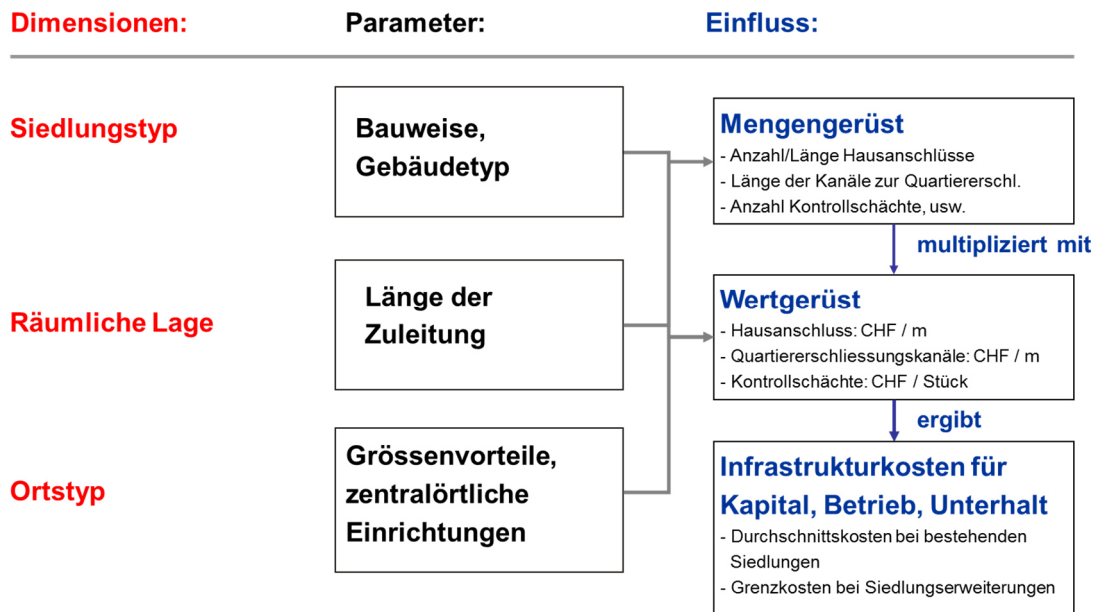
- Mit welchen zusätzlichen Infrastrukturkosten ist bei einer Siedlungserweiterung zu rechnen?



- Tragen die Verursacher ihre Kosten?

Methodik: Normkostenansatz, d.h. Mengengerüst pro Infrastrukturbereich (bspw. Länge der Abwasserkanäle) multipliziert mit dem Wertgerüst pro Infrastrukturbereich (bspw. Kosten pro Meter Abwasserkanal) ergibt die Infrastrukturkosten.

Abbildung 6-1 Der Normkostenansatz im Überblick

**Dimensionen:**

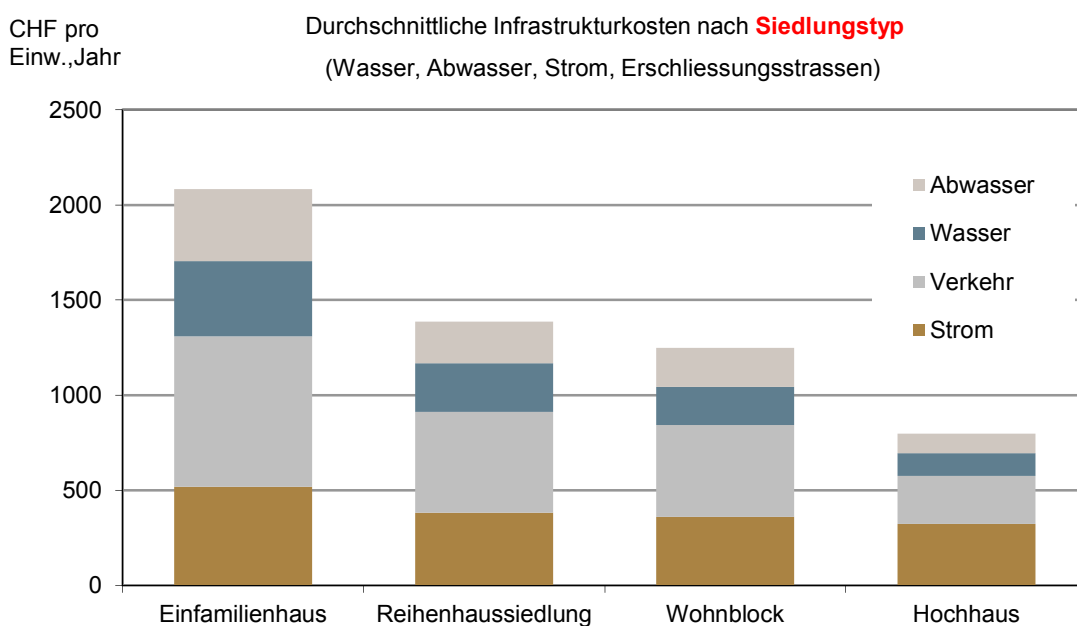
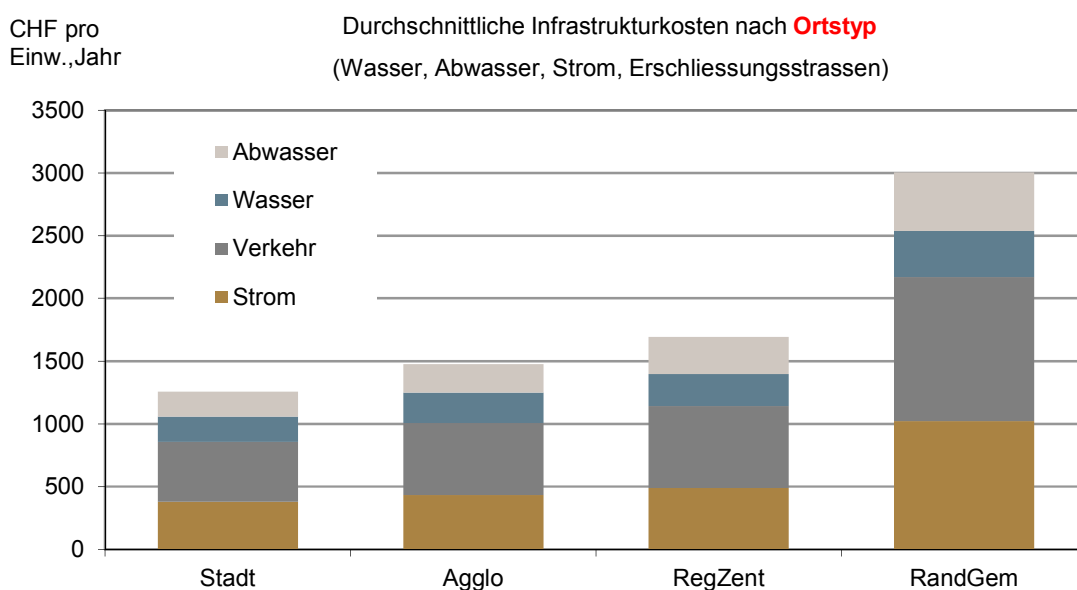
5 Siedlungstypen	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Einzelgebäude</td> <td style="text-align: right;">0.04 (AZ)</td> </tr> <tr> <td>EFH</td> <td style="text-align: right;">0.34</td> </tr> <tr> <td>Reihen-EFH</td> <td style="text-align: right;">0.53</td> </tr> <tr> <td>Blocksiedlung</td> <td style="text-align: right;">1.00</td> </tr> <tr> <td>Hochhaus</td> <td style="text-align: right;">3.50</td> </tr> </tbody> </table>	Einzelgebäude	0.04 (AZ)	EFH	0.34	Reihen-EFH	0.53	Blocksiedlung	1.00	Hochhaus	3.50
Einzelgebäude	0.04 (AZ)										
EFH	0.34										
Reihen-EFH	0.53										
Blocksiedlung	1.00										
Hochhaus	3.50										
Räumliche Lage	Entfernung bis zur nächsten bestehenden Groberschliessung										
4 Ortstypen	Stadt Agglomerationsgemeinde Regionalzentrum Ländliche Gemeinde										

Wichtigste Ergebnisse:

Bestehende Siedlungen - Durchschnittskosten

Die nachfolgende Abbildung 6-2 zeigt, dass die Kosten für die technische Infrastruktur (Abwasserentsorgung, Wasserversorgung, Verkehr, Stromversorgung) mit zunehmender Dichte abnehmen. Einwohner in wenig verdichtet gebauten Siedlungen verursachen im Durchschnitt höhere Folgekosten.

**Abbildung 6-2 Infrastrukturkosten bei den bestehenden Siedlungen
(Durchschnittskosten)**



Siedlungserweiterungen – langfristige Grenzkosten

Ecoplan unterscheidet zwischen drei Formen der Siedlungserweiterung:

Auffüllen
(Verdichtung)

Nach innen gerichtetes Siedlungswachstum.
Erweiterung innerhalb des bestehenden und erschlossenen Siedlungsgebiets.

Standard
(Neuerschliessung)

Siedlungserweiterung in das unüberbaute Gebiet
– angrenzend an bestehendes Siedlungsgebiet

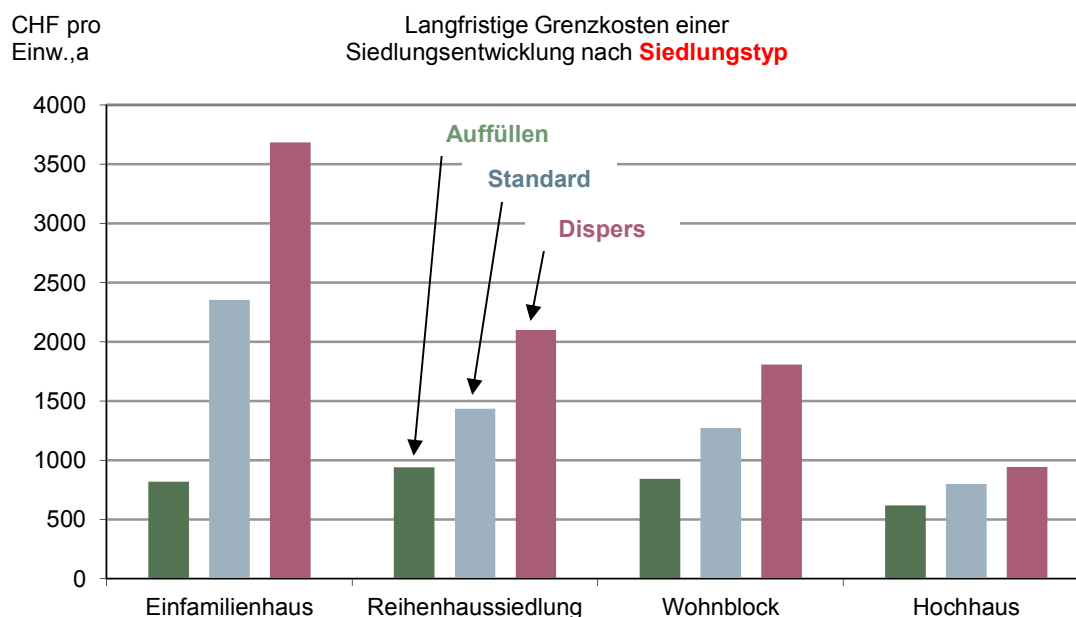
Dispers
(Neuerschliessung)

Siedlungserweiterung in das unüberbaute Gebiet
– *nicht* direkt angrenzend an bestehendes
Siedlungsgebiet -> neue Groberschliessung nötig

Wie die nachfolgende Abbildung 6-3 zeigt, werden die künftigen Infrastrukturkosten wesentlich durch die Art und Weise der Siedlungsentwicklung geprägt:

- Die zusätzlichen Infrastrukturkosten der betrachteten Infrastrukturbereiche (Wasser, Abwasser, Strom, Erschliessungsstrassen) lassen sich (pro Kopf) deutlich senken, wenn die künftige Siedlungsentwicklung nach innen gerichtet ist (Auffüllen/Verdichten).
- Die zusätzlichen Infrastrukturkosten für Neuerschliessungen liegen deutlich über den heutigen Durchschnittskosten (vor allem dann, wenn Flächen ausserhalb des heutigen Siedlungsgebiets neu erschlossen werden).

Abbildung 6-3 **Infrastrukturkosten der Siedlungserweiterung bzw. –verdichtung (langfristige Grenzkosten)**



Kostendeckung und Verursacherprinzip

Hohe Infrastrukturkosten sind aus ökonomischer Sicht kein Problem, sofern die Kostenverursachenden diese Kosten tragen. Folgende beiden Bedingungen müssen erfüllt sein:

- **Kostendeckung und Gebührenniveau:** Die gesamten Einnahmen aus den Gebühren entsprechen den gesamten Kosten.
- **Gebührenstruktur:** Die Kosten sind möglichst verursachergerecht auf diejenigen aufzuteilen, welche diese Kosten verursachen. Disperse Siedlungsgebiete müssten deutlich höhere Gebühren haben als verdichtet Räume.

Ecoplan (2000) kommt zum Schluss, dass das Verursacherprinzip (in einer rein ökonomischen Auslegung) im Jahre 2000 noch nicht vollumfänglich umgesetzt wurde:

- **Strom:** Die Kosten werden zwar gedeckt, im Versorgungsgebiet gilt aber ein Einheitspreis (aus Grundversorgungüberlegungen gesetzlich gefordert). Die zersiedelungsbedingten Mehrkosten werden somit von der Gesamtheit aller Stromkonsumenten quersubventioniert.
- **Wasser:** Gebührenstruktur nimmt (meistens) keine Rücksicht auf die höheren Kosten in dispers besiedelten Gebieten. Quersubventionierungen für dispers besiedelte Gebiete sind die Regel.
- **Strassen:** Insgesamt kommt der Individualverkehr für seine gesamten Kosten auf (exkl. externe Kosten). Auch wenn die Erschliessung von neuen Siedlungsgebieten vermehrt von Grundeigentümern finanziert wird, bleiben den Gemeinden meistens Folgekosten (Betrieb, Unterhalt, Werterhalt), welche die Allgemeinheit belastet. Auch hier wurde eine Quersubventionierung für dispers besiedelte Gebiete vermutet.
- **Abwasser:** Subventionierung stark zurückgegangen. Gebührenstruktur aber meistens noch nicht verursachergerecht.
- Insgesamt beobachtet Ecoplan (2000) aber eine Tendenz zu mehr verursachergerechter Finanzierung.

b) Kemper und Gilgen (2008)

Fragestellung: Welche Faktoren beeinflussen die Folgekosten der kommunalen Infrastruktur? Die Studie ermittelt siedlungs- und bevölkerungsstrukturelle Einflussfaktoren und Indikatoren sowie Folgekosten (= Kosten für Unterhalt und Betrieb der Infrastruktur) für unterschiedliche Infrastrukturbereiche.

Methodik: Mit einer **Regressions- sowie Clusteranalyse** untersucht die Studie verschiedene Einflussfaktoren auf die Aufwandspositionen in der Gemeinderechnung von Schweizer Gemeinden. Grundlage der Analyse bilden die Daten der Gemeindefinanzstatistik (Aufwendungen der Gemeinden in der laufenden Rechnung) und weitere gemeindebezogene Daten wie die Einwohnerzahl, die Siedlungsfläche oder die Gesamtlänge an Gemeindestrassen.

Abbildung 6-4 Einflussfaktoren und Aufwandpositionen in Kemper und Gilgen, 2008



Abb. 1 Einflussfaktoren und Aufwandpositionen

Quelle: Kemper R., Gilgen K. (2008). S. 10.

Die Studie differenziert zwischen 9 Gemeindetypen: Zentren, suburbane Gemeinden, einkommensstarke Gemeinden, periurbane Gemeinden, touristische Gemeinden, industrielle und tertiäre Gemeinden, ländliche Pendlergemeinden, agrargemischte Gemeinden und agrarische Gemeinden

Wichtigste Ergebnisse

Gemäss Studie wirkt eine höhere Siedlungsdichte nicht kostensenkend auf die Infrastruktur-Folgekosten (verstehen unter Folgekosten die Kosten für den Unterhalt und den Betrieb). Es werden zwar Skaleneffekte bis zu einer gewissen Grösse der Gemeinde festgestellt, doch in grösseren Gemeinden steigen die Infrastrukturkosten, da Infrastruktur intensiver genutzt wird, organisatorische Faktoren wie das Baustellenmanagement aufwendiger wird und auch Verwaltungsaufwand sich vergrössert. Oft sei auch eine bessere Infrastrukturausstattung insbesondere im Bereich Kultur und Freizeit (Zentrumsfunktion) zu beobachten. Auch qualitativ sei die Infrastruktur teilweise besser, da die höhere Nutzungsintensität höhere Infrastrukturstandards verlangt. Weiter haben die Zentren die Zentrumslasten und die damit verbundenen höheren Betriebs- und Unterhaltskosten zu tragen.

Abbildung 6-5 Folgekosten nach Aufwandpositionen in Kemper und Gilgen, 2008

Gemeinde- grösse (Ew.)	Aufwandposition										
	Allgemeine Verwaltung Fr/Ew.	Öffentliche Sicherheit Fr/Ew.	Kultur und Freizeit Fr/Ew.	Gesundheit Fr/Ew.	Soziale Wohlfahrt Fr/Ew.	Bildung Fr/Sch.	Umwelt u. Raumordn. Fr/ha	Verkehr/ha Fr/ha	Verkehr/km Fr/km	Gemeinde- strassen Fr/km	Primar- schule Fr/Prim.Sch.
<= 200	749	185	57	132	222	16335	4864	3472	24485	13106	21869
N	66	90	89	87	95	37	95	91	79	56	2
201 - 500	676	194	52	134	263	16121	5476	4345	24028	12467	25945
N	109	113	114	121	121	106	121	121	110	84	22
501 - 1000	593	196	72	124	330	16365	6407	4586	24991	13353	24460
N	165	166	161	170	171	159	166	167	162	150	44
1001 - 2000	553	192	76	117	395	13565	6760	5264	35638	21170	22420
N	181	180	171	179	177	172	178	179	175	175	46
2001 - 5000	514	193	98	125	513	12481	8878	5891	43678	24045	21886
N	210	209	194	205	193	196	207	202	190	189	34
5001 - 10000	469	195	136	128	672	12334	11136	7659	68554	33054	29701
N	89	87	72	83	70	86	84	81	81	79	15
10001 - 20000	544	242	189	162	827	13868	14530	9786	87253	42627	28237
N	45	42	30	37	24	45	34	39	38	40	11

Erläuterung

Indikator: Berechnungsgrösse

Kennwert: Durchschnittliche jährliche Folgekosten für die entsprechende Aufwandposition

N: Gemeinden in dieser Gemeindegrössenklasse

Für Gemeinden mit mehr als 20000 Einwohnern sind aufgrund der Datengrundlage keine Aussagen möglich

Diskussion und Vergleich mit EcoPlan (2000)

Die Studie von Kemper und Gilgen (2008) ist nicht mit EcoPlan (2000) vergleichbar:

- Kemper und Gilgen untersuchen andere Infrastrukturbereiche – einzig der Verkehr ist teilweise deckungsgleich. Strom, Wasser und Abwasser sind in den Gemeinderechnungen nicht enthalten.
- Kemper und Gilgen fokussiert auf die Erklärung der Unterschiede der gegebenen Siedlungsstruktur durch Gemeindevergleich sowie Schätzungen von Durchschnittskosten (Erkenntnisse nützlich für bspw. Lastenausgleichsmodelle). EcoPlan hingegen legt den Fokus auf die Frage, wie auf der gegebenen Struktur weiterentwickelt werden soll (Adressat wäre hier die Raumplanung).
- Bei den untersuchten Infrastrukturbereichen in Kemper und Gilgen werden – wie bei EcoPlan – nur die Kosten erhoben. Nicht betrachtet wird der Nutzen aus der Infrastrukturbereitstellung. Der Nutzen aus der in EcoPlan betrachteten technischen Infrastruktur – insbesondere bei der Strom-, Wasserversorgung und der Abwasserentsorgung – ist kaum abhängig von der Siedlungsstruktur. Bei den in Kemper und Gilgen untersuchten Infrastrukturbereichen ist der Nutzen aus der Infrastruktur abhängig von der Siedlungsstruktur. Hohe Kosten können also in Kemper und Gilgen einhergehen mit höheren Nutzen.

Weiter können in Bezug auf die von Kemper und Gilgen angewendete Methodik folgende Verbesserungsvorschläge angebracht werden:

- Grundsätzlich sind nur Resultate von multivariaten Erklärungsmodellen zu verwenden. Univariate Erklärungsmodelle führen zu Fehlinterpretationen, welche am Beispiel «Soziale Wohlfahrt» illustriert werden können: Das Resultat aus dem univariaten Erklärungsmodell zeigt, je dichter besiedelt, desto höher die Kosten pro Kopf. Die Ausgaben sind aber in erster Linie abhängig von der soziodemografischen Struktur. Da Siedlungsdichte und soziodemografische Struktur hoch korreliert sind, sind konsequent multivariate Erklärungsmodelle zu verwenden.
- Soll die Frage «Lohnt sich Dichte?» beantwortet werden, so wäre einerseits der Nutzen in die Erklärungsmodelle miteinzubeziehen und die zu erklärende Variable immer als Pro-Kopf-Grösse zu wählen.

Verwendung für die vorliegende Studie:

- Kemper und Gilgen kann für die vorliegende Studie nicht verwendet werden (untersucht andere Infrastrukturbereiche und benutzt andere Datenquellen).

c) Pflieger und Ecoffey (2011)

Fragestellung: In welchem Ausmass variieren die Investitions-, Betriebs- und Unterhaltskosten von Wassernetzwerken bezüglich Dichte und Zersiedlung. Wer trägt welche Kosten und wie sind die Kosten verteilt?

Methodik: Die Studie betrachtet die Kosten der Wasser-Infrastruktur im Rahmen einer **Fallstudie**, die auf **tatsächlichen Betriebs- und Unterhaltskosten** und **Normkosten für die Investitionen** basiert. Grundlage bilden die detaillierten Zahlen über die Aufwände des Wasserdepartements im Untersuchungsgebiet rund um Lausanne. Die Gesamtaufwände für die Region werden anhand von verschiedenen Daten wie u.a. die effektiv vorhandenen Leitungsrohre oder die Hydranten auf die Gemeinden der Untersuchungsregion verteilt. Die Kostenaufteilung erfolgt separat für die Betriebskosten (bestehend aus Wasserproduktion, Wasserlagerung, Wassertransport, und Pumpen), den Unterhalt (Aufteilung der Personalkosten anteilmässig gemäss Hydranten, Absperrhähnen und Verteilungsleitungen) und die Administrationskosten. Für die Investitionskosten ist diese Methodik jedoch nicht praktikabel, da die Investitionen teilweise schon vor langer Zeit erfolgten. Deshalb greifen die Autoren hier hilfsweise auf siedlungsspezifische Normkosten zurück. Die jährlichen Investitionskosten ergeben sich dann aus der Multiplikation des realen Wertgerüsts mit den siedlungsspezifischen Normkosten, dividiert durch das reale Alter der Leitungen.

Die Autoren vergleichen ihre Methodik der tatsächlichen Kosten mit dem Normkostenansatz und sehen zwei Vorteile bei der Betrachtung der tatsächlichen Kosten:

- Die Normkostenansätze betrachten zwar die Kosten für die Arbeitskräfte, jedoch vernachlässigen sie dabei die unterschiedlich hohen Kosten zwischen dichten und weniger dichten Gebieten bzgl. deren Lohnhöhe.
- Gewisse Normkostenansätze betrachten zwar die Distanz der Siedlungen zu den Versorgungsstandorten, die Topografie zwischen den Standorten und den Siedlungsgebieten wird aber nicht einbezogen (unterschiedliche Zubringer- und Pumpkosten).

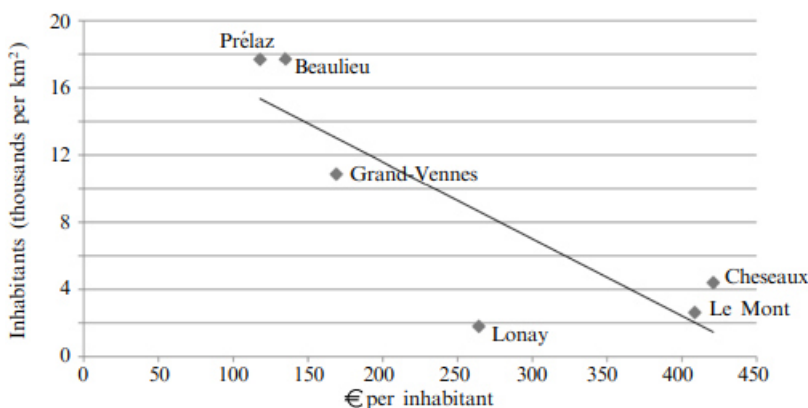
Wichtigste Ergebnisse

Die absoluten Kosten für die Ausstattung und den Unterhalt von Infrastrukturen sind in zentralen Gebieten (d.h. im Stadtzentrum) höher, weil die Komplexität auf den Baustellen meist grösser ist und entsprechend die benötigte Zeit um zu bauen, zu warten und zu erneuern. Die Kosten pro Leitungsmeter sind höher.

Die höheren absoluten Kosten schlagen sich aber meist nicht auf die Kosten pro Kopf nieder, da sie zum grossen Teil dank Skalenerträge in Verbindung mit der Dichte mehr als kompensiert werden können. Die nachfolgende Abbildung 6-6 zeigt, dass die pro Kopf-Kosten der Wasserversorgung mit höherer Siedlungsdichte sinken.

Abbildung 6-6 Pro Kopf-Kosten im Bereich Wasser gemäss Pflieger und Ecoffey, 2011**Table 3.** Annual cost per inhabitant of the zones of study, by module, 2007 (sources: data—EauService Lausanne; preparation and calculations—F Ecoffey, LASUR-EPFL).

Module cost (€per inhabitant)	Prélaz	Beaulieu	Grand- Vennes	Le Mont	Cheseaux	Lonay
Equipment	12.6	9.7	6.2	30.3	17.8	44.7
Operating costs	92.1	106.8	151.2	286.1	353.2	116.3
Maintenance	1.9	1.7	0.9	5.7	3.6	8.9
Administration	11.3	16.4	10.6	86.5	46.3	94.3
Annual total	117.9	134.6	168.9	408.6	420.9	264.2

Figure 2. Correlation between density and cost of water provision (sources: data—EauService Lausanne; treatment—Pflieger, UNIGE).

Weitere wichtige Erkenntnisse

- Das allgemeine Umfeld (urbanes Gebiet allgemein) hat ebenfalls einen Einfluss auf die Infrastrukturkosten, bspw. sind die Kosten in einer dispersen Gemeinde im urbanen Umfeld ungefähr gleich hoch wie die Kosten einer eher dichten Gemeinde im ländlichen Umfeld.
- Unterschiede in den Kosten gründen zum grossen Teil auf den unterschiedlichen Zubringer- und Pumpkosten, da fliessen u. a. auch die Topografie und Distanz zu Produktionsstätte ein. Der Beitrag dieser Faktoren darf bei Normkostenanalysen nicht unterschätzt werden.
- Mit höheren Anschlussgebühren können die Kosten der Zersiedlung auf Nutzer übertragen werden und Verteilungseffekte abgeschwächt werden. In Lausanne und der Umgebung bilden die Anschlussgebühren und die neue Tarifstruktur aber die effektiven Kosten schon relativ gut ab.

Diskussion und Vergleich mit Ecoplan (2000)

Pflieger/Ecoffey kommen in der Wasserversorgung zu einem ähnlichen Resultat wie Ecoplan (2000) in Bezug auf die Pro-Kopf-Kostendegression mit zunehmender Dichte. Pflieger/Ecoffey nehmen auch direkt Bezug auf Ecoplan (2000). Pflieger/Ecoffey zeigen aber auch, dass der

Einfluss der Betriebskosten (insbesondere Pumpkosten) bei Ecoplan (2000) unterschätzt wurde. Weiter merken sie an, dass die unterschiedlichen Arbeitskosten zwischen Stadt/Land in Ecoplan (2000) nicht berücksichtigt seien.²⁹

Verwendung für die vorliegende Studie:

- Der von Pflieger/Ecoffey vorgebrachte Hinweis auf eine detailliertere Betrachtung der Betriebskosten (insbesondere Pumpkosten) und nach Stadt/Land differenzierten Arbeitskosten wurde aufgenommen.

d) Jenssen T., Karakoyun E. (2005)³⁰

Jenssen/Karakoyun diskutieren den Zusammenhang zwischen Siedlungsdichte und Infrastrukturkosten allgemein und bestimmen ihn am Beispiel der Abwasserentsorgung.

Methodik: Normkosten für Abwasserentsorgung mit Unterscheidung nach fünf Siedlungstypen und drei Raumtypen (vgl. Abbildung 6-7). Berechnung der Grenzkosten für verschiedene Arten der Siedlungsentwicklung.

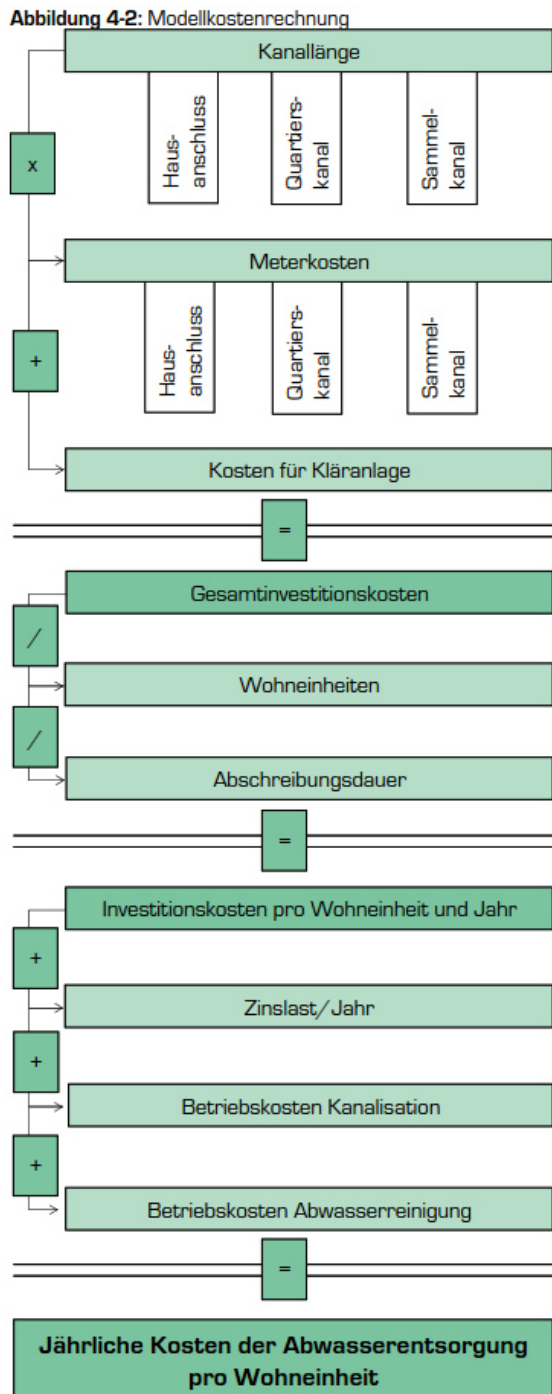
Berechnungsgrundlagen: Jenssen/Karakoyun legen ihre Annahmen zur Berechnung der siedlungsabhängigen Kosten in der Abwasserentsorgung offen:

- Kosten der Kanalisation (Abbildung 6-8 und Abbildung 6-9): Die Kosten für die Kanalisation werden in Abhängigkeit der notwendigen Erschliessungsdistanz, der Verlegungstiefe, des Durchmessers erhoben und differenziert nach Hausanschluss, Quartiererschliessung und Sammelkanal. Die pro Wohneinheit entstehenden Kosten sind in Abbildung 6-9 zusammengefasst.
- Kosten der Abwasserreinigungsanlage (Abbildung 6-9, letzte drei Spalten): Für die Bauinvestitionen in die Abwasserreinigung werden – nicht näher beschriebene – Kosten pro Wohneinheit angegeben. Für die Betriebskosten wird ein Wert von 1.5% der Investitionskosten angesetzt.

²⁹ Implizit ist in Ecoplan (2000) zumindest ein Teil der unterschiedlichen Arbeitskosten Stadt/Land bei den Investitionen berücksichtigt, nicht aber bei den Betriebskosten.

³⁰ Jenssen Till und Karakoyun Ercan (2005). Einfluss von Siedlungsstruktur und Siedlungsentwicklung auf Infrastrukturkosten.

Abbildung 6-7 Normkostenmethodik gemäss Jensen/Karakoyun, 2005



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 6-8 Kosten der Kanalisation gemäss Janssen/Karakoyun, 2005**Tabelle 4-8:** Überblick über die Berechnungsgrundlagen

Siedlungstyp	Verlegungstiefe	Hausanschluss			Quartierskanal			Sammelkanal		
		DN	€/m	Länge in m	DN	€/m	Länge in m	DN	€/m	Länge in m
EFH	2 m	150	133	486	300	292	766	600	335	367
RH	2 m	150	133	1104	350	296	959	650	326	270
KMFH	2 m	150	133	405	350	296	774	650	326	369
HH	3 m	250	275	203	500	331	298	1000	607	358
GMFH	3 m	200	215	306	500	331	1125	1000	607	362

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 6-9 Kosten pro Wohneinheit (WE) für die Kanalisation und die Abwasserreinigung gemäss Janssen/Karakoyun, 2005**Tabelle 4-9:** Jährliche Kosten der Abwasserentsorgung in € unterschieden nach Kostenarten

Siedlungstyp	Kalkulatorische Kosten pro WE	Betriebskosten pro WE	Kosten der Abwasserreinigung pro WE		
			Kernstadt	Suburbaner Raum	ländlicher Raum
EFH	260	88	37	57	114
RH	123	43	37	57	114
KMFH	77	27	37	57	114
HH	35	14	37	57	114
GMFH	26	11	37	57	114

Quelle: Eigene Darstellung

Wichtigste Ergebnisse

Janssen/Karakoyun erhalten tiefere **Durchschnittskosten** für die Abwasserentsorgung, je dichter besiedelt das Gebiet ist (vgl. Abbildung 6-10). Auch erhalten Sie für alle Siedlungstypen (EFH, MFH usw.) tiefere Kosten für die Kernstädte im Vergleich zum ländlichen Raum.

Abbildung 6-10 **Jährliche Durchschnittskosten der Abwasserentsorgung pro Wohneinheit gemäss Jentsen/Karakoyun, 2005**

Tabelle 4-10: Jährliche Durchschnittskosten der Abwasserentsorgung in € nach Siedlungs- und Raumtyp

Siedlungstyp	Raumtyp		
	Kernstadt	Suburbaner Raum	Ländlicher Raum
EFH	385	405	462
RH	203	223	280
KMFH	141	161	218
HH	86	106	163
GMFH	74	94	151

Quelle: Eigene Darstellung

Für die Berechnung der **Grenzkosten** gehen Jentsen/Karakoyun von ähnlichen Annahmen aus wie Ecoplan (2000). Die nachfolgende Abbildung 6-11 zeigt diese Annahmen. In Abbildung 6-12 sind die von Jentsen/Karakoyun berechneten Grenzkosten der Abwasserentsorgung dargestellt. Es zeigt sich, dass auch bei den Grenzkosten eine dichte Besiedlung grundsätzlich günstiger ist in Bezug auf die Abwasserentsorgungskosten als ein locker bebautes Gebiet. Dies ist ausgeprägt der Fall bei der Aussenentwicklung und deutlich weniger ausgeprägt bei der Innenverdichtung.

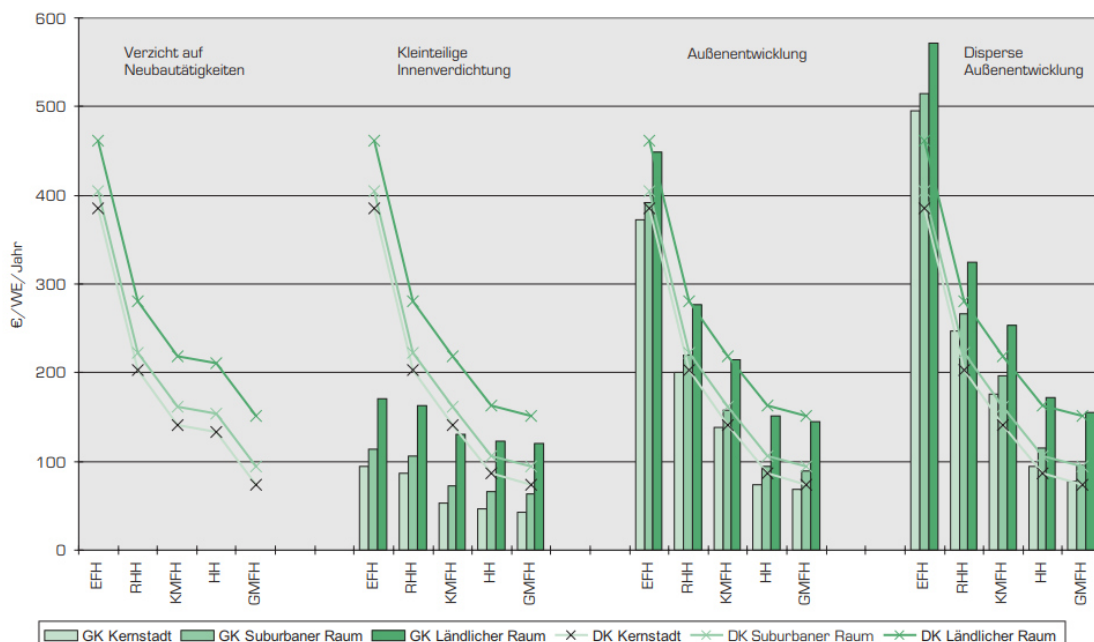
Abbildung 6-11 **Annahmen für die Berechnung der Grenzkosten der Abwasserentsorgung**

Tabelle 6-1: Formen der Siedlungsentwicklung

Verzicht auf Siedlungserweiterungen	Kleinteilige Innenverdichtung	Außenentwicklung	Disperse Außenentwicklung
Keine Bautätigkeit erforderlich	Bau und Betrieb der Hausanschlüsse	Bau und Betrieb der Hausanschlüsse, Quartierskanäle und der Sammelkanäle	Bau und Betrieb der Hausanschlüsse, Quartierskanäle und der Sammelkanäle
			Zusätzliche Kanäle zur Ableitung pro Siedlungstyp mit einer Länge von 500m
	Abwasserreinigung	Abwasserreinigung	Abwasserreinigung

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 6-12 Grenzkosten der Abwasserentsorgung pro Wohneinheit, gemäss Jensen/Karakoyun, 2005



Anmerkung: GK = Grenzkosten, DK = Durchschnittskosten

Weitere wichtige Erkenntnisse

- Kostendeckung und Verursachergerechtigkeit: Gemäss Jensen/Karakoyun ist die Kostendeckung in der Abwasserentsorgung gegeben. Hingegen ist die Verursachergerechtigkeit nicht gegeben.

Diskussion und Vergleich mit EcoPlan (2000)

Jensen/Karakoyun kommen in der Abwasserentsorgung zu einem ähnlichen Resultat wie EcoPlan (2000) in Bezug auf die Pro-Kopf-Kostendegression mit zunehmender Dichte.

Verwendung für die vorliegende Studie:

- Die von Jensen/Karakoyun benutzten Berechnungsgrundlagen werden für die Plausibilisierung einzelner Annahmen benutzt.

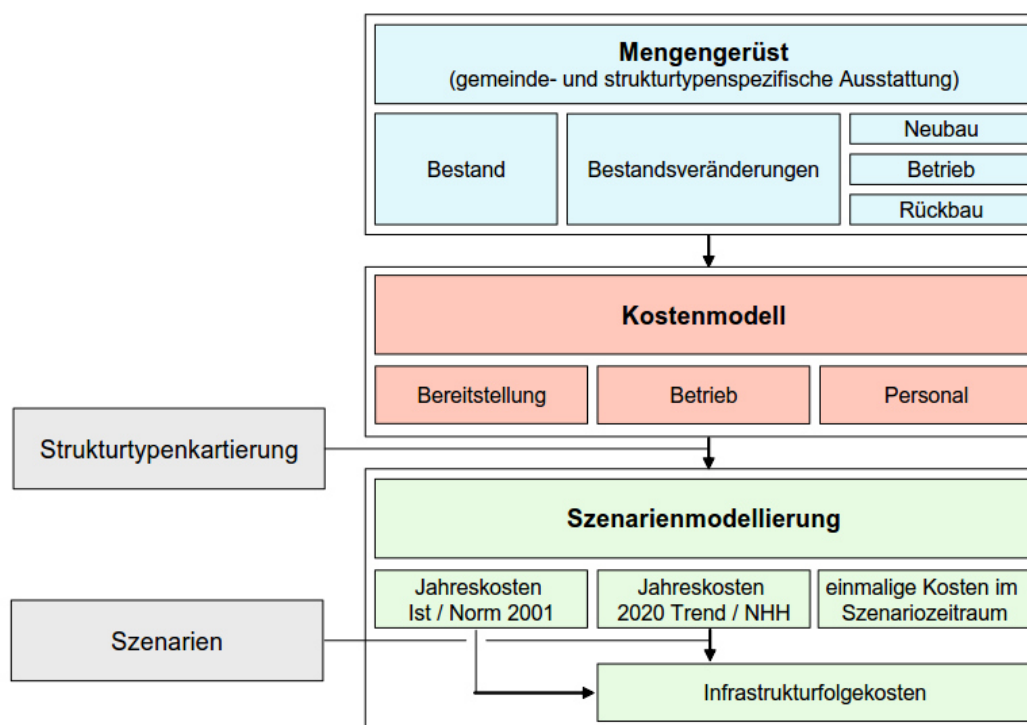
e) Siedentop et al. (2006)

Die Studie hat zum **Ziel**, ein Bilanzierungsinstrument für die Regionalplanung zu entwickeln, d.h. es sollen verschiedene Entwicklungsszenarios hinsichtlich ihrer Infrastrukturkosten bewertet werden können.

Es handelt sich um eine umfangreiche Studie mit umfassender Literaturanalyse. Die Studie berücksichtigt sowohl die technische als auch die soziale Infrastruktur. In der Studie wird die derzeitige Infrastrukturausstattung der Normausstattung gegenübergestellt. Das heisst, die Studie betrachtet in den Zukunftsszenarien nicht nur die Erschliessungskosten für neue Siedlungen, sondern auch die Lücke zwischen der jetzigen und der künftigen Ausstattung. Weiter betrachtet die Studie nicht nur wachstumsbedingte Infrastrukturfolgekosten, sondern auch schrumpfungsbedingte Infrastrukturfolgekosten.

Methode: Normkostenansatz mit einem Mengengerüst, welches nach gemeinde- und strukturtypenspezifischer Ausstattung differenziert (vgl. Abbildung 6-13). Die Kosten werden alle in Jahreskosten umgerechnet. Miteinbezogen werden auch die Kosten, die einmalig bei der Schliessung/Stilllegung anfallen. Neben der technischen Infrastruktur (Strasse, Trinkwasser, Abwasser, Fernwärme) wird auch die soziale Infrastruktur miteinbezogen.

Abbildung 6-13 Methodik gemäss Siedentop/Koizol/Gutsche, 2006



Berechnungsgrundlagen: Siedentop/Koizol/Gutsche verwenden Kostensätze aus empirischen Erhebungen und Befragungen in ausgewählten Gemeinden der Beispielregion sowie aus der Literatur. Sie unterscheiden bei der technischen Infrastruktur folgende Kostenarten:

- Folgekosten:
 - **Kapitalkosten:** die Kapitalkosten werden als jährlich anfallende Beträge (Annuitäten) in Abhängigkeit vom Anlagewert und von einem kalkulatorischen Zins ausgedrückt. Sie berücksichtigen den Werteverzehr der Anlagen über die Nutzungsdauer sowie eine kal-

kulatorische Verzinsung des Anlagewertes. Grundstückswerte werden nicht mitbetrachtet, da in diesem Falle kein Werteverzehr stattfindet. Die Annahmen und die Herleitung der Kennwerte für die Kapitalkosten sind der Abbildung 6-14 zu entnehmen.

- **Betriebskosten:** Die Bildung von Kostenkennwerten für den Normalbetrieb von Anlagen wird pauschal mit Hilfe einheitlicher kapazitätsbezogener Zuschläge erfolgen. Sie werden auf Basis der kalkulierten Kapitalkosten ermittelt, gestützt auf Literaturangaben und eigenen Annahmen (vgl. Abbildung 6-15, oberste Tabelle). Es wird von system- und standortspezifischen Besonderheiten abstrahiert, welche insbesondere die Höhe der Energiekosten mitbestimmen, indem mit mittleren Sätzen kalkuliert wird. Betriebskosten von Straßen werden in erster Linie durch Reinigungskosten und den Winterdienst bestimmt.
- **Instandhaltungs- und Wartungskosten:** Instandhaltungs- und Wartungskosten entstehen infolge von Maßnahmen zur Vorbeugung bzw. Beseitigung baulicher Mängel, die sich durch Abnutzung und Alterung sowie Witterungseinwirkungen einstellen können. Die Maßnahmen dienen der Erhaltung des Gebrauchswertes der Anlagen. Die Kalkulation der Instandhaltungs- und Wartungskosten erfolgt durch Aufschläge auf die Kapitalkosten. Anhaltspunkte lieferten Literaturangaben (vgl. Abbildung 6-15, mittlere Tabelle).
- **Verwaltungskosten:** Verwaltungskosten umfassen insbesondere Personal- und Sachkosten aus Verwaltungsleistungen, die im Zusammenhang mit der Infrastrukturbereitstellung entstehen. Analog zum Vorgehen bei Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungskosten erfolgt auch hier eine pauschale Berücksichtigung dieser Kostenart auf Grundlage der Kapitalkosten (vgl. Abbildung 6-15, unterste Tabelle).
- Einmalig auftretende Kosten:
 - ausserordentliche Kosten durch Wertberichtigung bei **Stilllegung**;
 - **Rückbaukosten**.

Abbildung 6-14 Kapitalkosten: Annahmen und Herleitung gemäss Siedentop et al. 2006*Tab. B64: Kostenkennwerte für Erstellungskosten von Infrastrukturnetzen (alle Komponenten) und Faktoren zur Berücksichtigung gemeindetypenspezifischer Unterschiede.*

Infrastruktur	spez. Kostensatz Erstellungskosten (EUR/m)*	Faktor GT 1.x gering verdichtet	Faktor GT 2.x moderat verdichtet	Faktor GT 3.x verdichtet
Trinkwasser	80	1,0	1,3	1,5
Schmutzwasser	200	1,0	1,2	1,4
Regenwasser	250	1,0	1,2	1,4
Straße	1000	1,0	1,3	1,5
Fernwärme	300	1,0	1,2	1,4

*inklusive aller Komponenten

Tab. B65: Angenommene betriebsübliche Nutzungsdauer technischer Infrastrukturen

Infrastruktur	Modellannahme übliche Betriebsdauer in Jahren		
	bauliche Kompo- nenten/Anteil	technische Kompo- nenten/Anteil	resultierende mittlere Nutzungsdauer (ge- rundet)
Trinkwasser	60 (90 %)	15 (10 %)	55 Jahre
Schmutzwasser	80 (95 %)	15 (5 %)	75 Jahre
Regenwasser	80 (90 %)	50 (10 %)	75 Jahre
Straßen	90 75 (60 %)*	20 (30 %)*	55 Jahre
Fernwärme	40 (80 %)	15 (20 %)	35 Jahre

*) Bauliche Komponenten: Kunstbauten| Unterbau, Technische Komponenten: Oberbau

Tab. B66: Kostenkennwerte für Kapitalkosten

Infrastruktur	Gemeindetyp		
	gering verdichtet	moderat verdichtet	verdichtet
	spez. Kostensatz Erstellungskosten (EUR/m und Jahr)*		
Trinkwasser	4,6	5,7	6,9
Schmutzwasser	10,7	12,8	14,9
Regenwasser	12,8	15,4	18,0
Straßen	54,7	85,3	98,4
Fernwärme	-	23,7	27,7

*inklusive aller Komponenten

Abbildung 6-15 Kosten für Betrieb, Instandhaltung und Wartung und Verwaltung gemäss Siedentop/Koizol/Gutsche, 2006

Tab. B67: Kostenkennwerte für Betriebskosten bei Normalbetrieb

Infrastruktur	Pauschaler Anteil an den jährlichen Kapitalkosten (%)
Trinkwasserversorgung	25 %
Schmutzwasserentsorgung	30 %
Regenwasserentsorgung	20 %
Verkehrerschließung	5 %
Fernwärmeversorgung	3 %

Tab. B69: Kostenkennwerte für Instandhaltung und Wartung

Infrastruktur	pauschaler Anteil an den jährlichen Kapitalkosten (%)
Trinkwasserversorgung	10 %
Schmutzwasserentsorgung	10 %
Regenwasserentsorgung	5 %
Verkehrerschließung	5 %
Fernwärmeversorgung	5 %

Tab. B70: Kostensätze für Verwaltungsleistungen

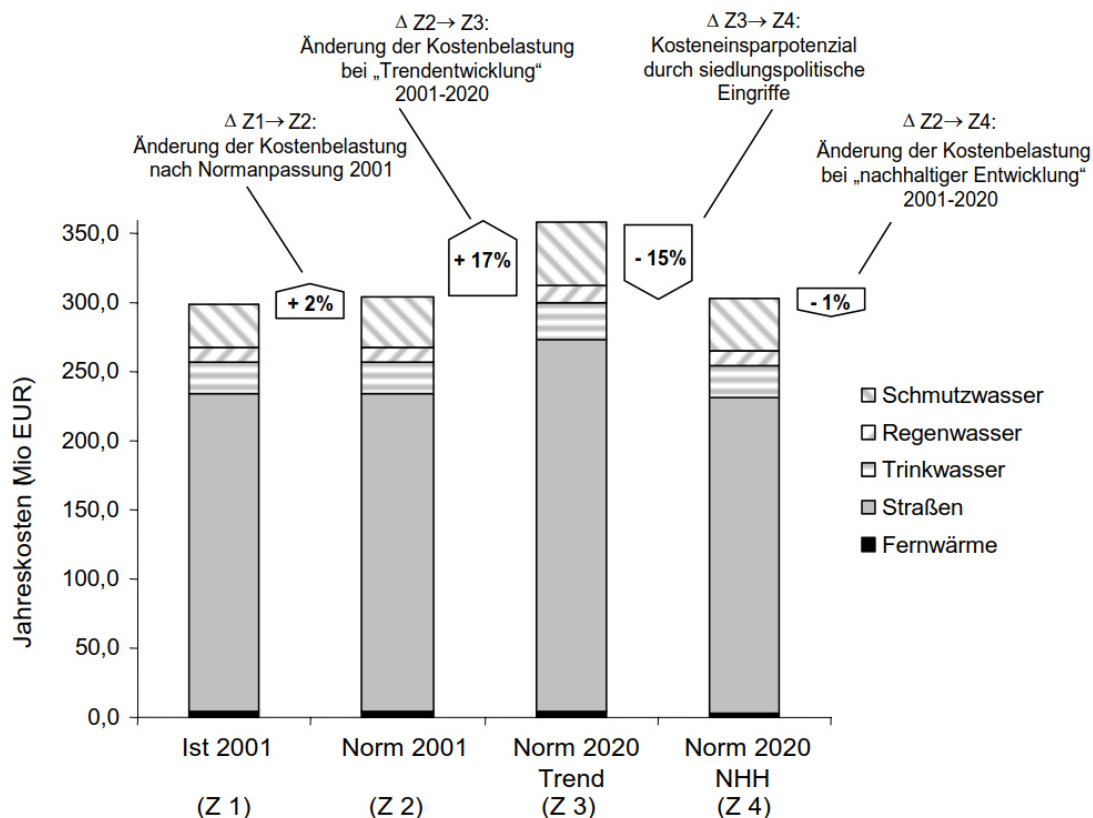
Infrastruktur	Pauschaler Anteil an den jährlichen Kapitalkosten (%)
Trinkwasserversorgung	10 %
Schmutzwasserentsorgung	10 %
Regenwasserentsorgung	8 %
Verkehrerschließung	2 %
Fernwärmeversorgung	3 %

Ergebnisse für die technische Infrastruktur

Am Fallbeispiel einer Region (Havelland-Fläming) werden die Infrastrukturkosten von zwei Siedlungsentwicklungsszenarien (Trendscenario und Nachhaltigkeitsszenario) berechnet. Basierend auf der Grenzkostenbetrachtung werden die Kosten für zwei Szenarios verglichen.

Die jährlichen Gesamtkosten technischer Infrastrukturen im Falle einer «Trendentwicklung» steigen deutlich an. Geschätzt wird ein Zuwachs um 17 %. Dies erklärt sich im Wesentlichen mit dem erheblichen Zuwachs des Infrastrukturbestandes, bedingt durch den anhaltenden Wohnungsneubau auf der «grünen Wiese». Die Kostenentwicklung in den einzelnen Infrastrukturbereichen ist ähnlich. Im Nachhaltigkeitsszenario gelingt dagegen eine Kostenstabilisierung auf dem Niveau des Ausgangsjahres der Szenariorechnung (2001). Bei der Regenwasserentsorgung und Fernwärmeversorgung können die jährlichen Gesamtkosten sogar geringfügig reduziert werden, was mit dem im Nachhaltigkeitsszenario erheblichen Rückbau von Infrastrukturelementen im Zuge des Stadtumbaus zu erklären ist. Insgesamt würde sich eine den Annahmen des Nachhaltigkeitsszenarios folgende siedlungsstrukturelle Entwicklung der Region Havelland-Fläming in etwa 15 % geringeren jährlichen Gesamtkosten gegenüber einer Trendentwicklung äussern.

Abbildung 6-16 Entwicklung der Gesamtkosten technischer Infrastruktur im betrachteten Fallbeispiel gemäss Siedentop/Koizol/Gutsche, 2006



Diskussion und Vergleich mit Ecoplan (2000)

Siedentop/Koizol/Gutsche ist eine umfassende Studie, die neben der technischen Infrastruktur auch die soziale Infrastruktur miteinbezieht. Bei der technischen Infrastruktur wird im Vergleich mit Ecoplan (2000) auf die Stromversorgung verzichtet, dafür wird die in Deutschland wichtige Fern- und Nahwärme miteinbezogen. Siedentop/Koizol/Gutsche unterscheiden im Vergleich zu Ecoplan (2000) mehr Strukturtypen (Siedlungstypen bei Ecoplan), die stärker auf der tatsächlichen Bebauung basieren (im Vergleich zu den idealtypischen Siedlungstypen bei Ecoplan).

Verwendung für die vorliegende Studie:

- Die von Siedentop/Koizol/Gutsche benutzten Berechnungsgrundlagen werden für die Plausibilisierung einzelner Annahmen benutzt.
- In einem späteren Zeitpunkt kann das von Siedentop/Koizol/Gutsche entwickelte szenarische Vorgehen für die vorliegende Studie adaptiert werden.

f) Koziol M., Walther J. (2009)³¹

Ziel der Studie ist es die zukünftigen Infrastrukturkosten für verschiedene Szenarien der Siedlungsentwicklung einer bestimmten Region zu schätzen.

Methodik:

Aufbauend auf dem Strukturtypverfahren von Siedentop (Siedentop u.a. 2006) wurde der Zusammenhang zwischen den städtebaulich-strukturellen Merkmalen und dem Infrastrukturaufwand auf die Stadtregion Giessen-Wetzlar angewendet.

In Ergänzung zum Strukturtypverfahren von Siedentop werden den einzelnen Flächen in der betrachteten Region sogenannte Aufwandsfaktoren (vgl. Abbildung 6-17 für die innere Erschliessung und die äussere Erschliessung). Mit Hilfe dieses Vorgehens werden konkrete, standortbezogene Flächeneigenschaften berücksichtigt.

³¹ Koziol M., Walther J. (2009), Abschätzung der Infrastrukturfolgekosten, Das Beispiel der Region Giessen-Wetzlar, in: Preuss Th., Floeting H. (Hrsg.) (2009): Folgekosten der Siedlungsentwicklung: Bewertungsansätze, Modelle und Werkzeuge der Kosten-Nutzen-Betrachtung.

Abbildung 6-17 Aufwandfaktor für die Berücksichtigung konkreter standortbezogener Flächeneigenschaften gemäss Koziol/Walther, 2009

Flächenzuschnitt, qualitative Einschätzung			
		straßenbegleitend, geringe Tiefe	straßenabgewandt, tief
Flächengröße	0-0,2 ha	0	0
	0,2-0,5 ha	0,25	0,5
	0,5-1 ha	0,5	0,75
	1-2 ha	0,75	1
	über 2 ha	1	1

Tabelle 1:
Aufwandsfaktoren für die Bewertung der Siedlungsflächen*

*Quelle: Eigene Darstellung.

Bezugsgröße: Rechnerisch ermittelter monetärer Aufwand für die Infrastrukturbereitstellung und den Betrieb (=1)

Lage	daraus folgt infrastrukturell	Aufwandsfaktor
innerhalb vorhandener Siedlungsstruktur	keine äußere Erschließung erforderlich	0
angrenzend an Siedlungsstrukturen	Anpassungsmaßnahmen erforderlich	0,5
ohne unmittelbaren Zusammenhang zu vorhandener Infrastruktur	Heranführung und Anbindung an das Netz erforderlich	1

Tabelle 2:
Aufwandsfaktoren für die Berücksichtigung unterschiedlicher äußerer Erschließung potenzieller Siedlungsgebiete*

*Quelle: Eigene Darstellung.

Die nachfolgende Abbildung zeigt den durchschnittlichen flächenbezogenen Aufwand für die Infrastrukturbereitstellung und -betrieb für die innere Erschließung wohnge-nutzter Flächen in der Stadtregion Giessen-Wetzlar.

Abbildung 6-18 Aufwand für Infrastrukturbereitstellung und -betrieb für die innere Erschließung wohngenutzter Flächen in der Stadtregion Giessen-Wetzlar gemäss Koziol/Walther, 2009

	Infrastrukturkosten in Euro/ha					
	Stromversorgung	Gasversorgung	Schmutzwasserentsorgung	Regenwasserableitung	Trinkwasser-versorgung	Straße
Investitionskosten	3 300	7 875	36 900	28 000	18 000	132 000
Jahreskosten	323	868	3 964	2 599	2 019	12 241

Wichtigste Erkenntnisse

Koziol/Walther berechnen – analog Siedentop et al. – zwei verschiedene Siedlungsentwicklungsszenarien: Trend und Nachhaltige Entwicklung. Wie Siedentop stellen auch Koziol/Walther für die technische Infrastruktur ein Einsparung bei einer nachhaltigen Entwicklung gegenüber dem Trend von rund 20% fest.

Abbildung 6-19 Jahreskosten in Euro/m² Siedlungsfläche für zwei Siedlungsentwicklungsszenarien gemäss Koizol/Walther, 2009

	Innere Erschließung			Äußere Erschließung		
	Min	Median	Max	Min	Median	Max
Szenario Trend	1,46	2,14	3,55	0,82	1,20	2,00
Szenario Flächenkreislaufwirtschaft	1,23	1,80	2,99	0,63	0,93	1,54
Einsparungen Flächenkreislaufwirtschaft gegenüber Trend	15,9 %			22,7 %		

Diskussion und Vergleich mit EcoPLAN (2000)

Die von Koizol/Walther hergeleiteten Resultate und unterstellten Annahmen sind regionsspezifisch und können nicht auf andere Regionen übertragen werden.

Verwendung für die vorliegende Studie:

- Die Methodik von Koizol/Walther zeigt auf, wie auf pragmatische Art und Weise mit den sogenannten Anpassungsfaktoren eine Anpassung eines verallgemeinerten Normkostenansatzes auf eine spezifische Region erfolgen kann.

g) Fackler A. (2007)³²

Mit der Studie soll aufgezeigt werden, wie hoch die Erschliessungskosten von Siedlungsgebieten unterschiedlicher Bebauungsdichte ist. Damit wurde das Ziel verfolgt, das Kostenbewusstsein bei der Erschliessung von Siedlungsgebieten zu schärfen und die Bedeutung einer kostensparenden Bebauungsplanung für die Siedlungsentwicklung der Gemeinden aufzuzeigen.

Methodik: Normkostenansatz. Es wird zwischen Kosten für die äusserer Erschliessung (ausserhalb Baugebiet), welche von der Lage des Baugebiets und von bestehenden Erschliessungsanlage abhängig sind, und für die innere Erschliessung, welche vom Bebauungsplan abhängig sind. Es werden die Infrastrukturbereiche Strasse (und Beleuchtung), Wasser, Abwasser (und Regenwasser) sowie Strom unterschieden. Zusätzlich werden auch Kennzahlen für die Fernwärme- und Gasversorgung erhoben. Der Normkostenansatz wird für konkrete, idealtypische Planungsbeispiele nach Bebauungsdichte und Bebauungsarten angewendet. Der Normkostenansatz weist vier verschiedene Bebauungsvorschläge aus:

- Bebauung aus freistehenden Einfamilienhäusern (2 Geschosse)

³² Fackler Andreas, Braumann Christoph (2007). Infrastrukturkostenstudie Salzburg. Zusammenhänge von Bebauungsart und -dichte sowie Erschliessungskosten. Salzburger Institut für Raumordnung & Wohnen.

- Bebauung aus gekoppelten Einfamilienhäusern (2 Geschosse)
- Bebauung aus Reihenhäusern (2 Geschosse)
- Bebauung aus Mehrfamilienhäusern mit Geschoßwohnungen (3 – 4 Geschosse)

Eine Kostenträgeraufschlüsselung findet im Normkostenansatz nicht statt.

Berechnungsgrundlagen: Sämtliche von Fackler erhobenen Kostenangaben sind Orientierungswerte mit Bandbreiten, um die starken Abhängigkeiten der realen Kosten je nach lokalen Gegebenheiten (Geologie, Gelände, etc.) auszudrücken. Die Werte selbst basieren auf eigenen Recherchen und stellen Praxiswerte im Bundesland Salzburg (A) dar.

Die nachfolgende Abbildung zeigt das Mengen- und Kostengerüst (Erschliessungskosten) am Beispiel der freistehenden Einfamilienhäuser.

Abbildung 6-20 Erschliessungskosten je Wohneinheit (WE) für eine Einfamilienhausbebauung gemäss Fackler, 2007

ERSCHLIEßUNGSELEMENT	ANTEIL JE WE	KOSTENRICHTWERT (€)		INFRASTRUKTURKOSTEN (€) JE WE	
		INVESTITION	ERHALTUNG	INVESTITION	ERHALTUNG
Verkehrerschließung (Straßen, Wege)	77 m ²	100 – 130 je m ²	1 – 1,25 je m ² und Jahr	7.700 – 10.010	77 – 96
Wasserversorgung	22 Lfm	80 – 90 je Lfm	0,50 je Lfm u. Jahr	1.760 – 1.980	11
Abwasser	19 Lfm	100 – 120 je Lfm	2,50 je Lfm u. Jahr	1.900 – 2.280	47,5
Regenwasser und Abwasser	19 Lfm	220 – 230 je Lfm	4,50 je Lfm u. Jahr	4.180 – 4.370	85,5
Elektrizitätsversorgung (Kabel)	21 Lfm	20 – 70 je Lfm	2 – 3 je Lfm	420 – 1.470	42 – 63
Straßenbeleuchtung (Leuchten u. Verkabelung)	0,9 Leuchten	600 – 1.500 je Stk.	28 – 104 je Stk.	540 – 1.350	25 – 93
Erschließungskosten je Wohneinheit insgesamt (Mittelwert)				13.460 – 18.135	222 – 330

Wichtigste Ergebnisse

Fackler berechnet für die vier Bebauungstypen die Erschliessungskosten für die folgenden Infrastrukturbereiche

- Verkehrerschließung (Strassen, Wege)
- Wasserversorgung
- Abwasser
- Regenwasser und Abwasser

- Elektrizitätsversorgung (Kabel)
- Strassenbeleuchtung (Leuchten und Verkabelung)

Für die Interpretation der tabellarischen Resultate sind folgende Punkte zu beachten:

- «Orientierungswerte von – bis»: Diese sollen die grossen Spannbreiten lokal unterschiedlicher Kosten darstellen (Lage und Topographie, Geologie, Vorbauleistungen, etc.).
- Differenzierung nach Entsorgung mit Abwasser bzw. Regenwasser und Abwasser (stellt eine wesentliche Unterscheidung zwischen ländlichen und städtischen Gebieten dar).

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Durchschnittskosten der Erschliessung für die vier Bebauungsbeispiele, wobei Fackler zwischen folgenden Kostenpositionen unterscheidet:

- **Investitionskosten** (obere Tabelle der Abbildung 6-21): Investitionskosten sind zeitpunktbezogen und in regelmäßigen zeitlichen Abständen erneut anfallende (nach Ablauf der Lebensdauer des Investitionsgutes) Kosten der Neu- oder Wiedererrichtung von technischer Infrastruktur.
- **Laufende Erhaltungskosten** (untere Tabelle der Abbildung 6-21): Die laufenden Erhaltungskosten stellen einen regelmäßigen und dauerhaft wiederkehrenden Aufwand zur Erhaltung eines Investitionsgutes dar. Diese beinhalten die gesamte technische Wartung und die Verwaltung des Investitionsgutes

Abbildung 6-21 Durchschnittliche Erschliessungskosten je Bebauungsart gemäss Fackler, 2007

Investitionskosten [Euro/Wohneinheit]								
(KOSTENANGABEN IN EURO JE WOHNHEINHEIT UND JAHR)	EFH FREISTEHEND		EFH GEKUPPELT		REIHENHAUS		GESCHOSS-WOHNBAU	
	VON	BIS	VON	BIS	VON	BIS	VON	BIS
Alle Kosten mit Abwasser	12.320	17.090	7.880	10.970	5.604	7.823	3.454	4.717
Alle Kosten mit Regenwasser und Abwasser	14.600	19.180	9.200	12.180	6.624	8.758	3.922	5.146

Laufende Erhaltungskosten [Euro/Wohneinheit]								
(KOSTENANGABEN IN EURO JE WOHNHEINHEIT UND JAHR)	EFH FREISTEHEND		EFH GEKUPPELT		REIHENHAUS		GESCHOSS-WOHNBAU	
	VON	BIS	VON	BIS	VON	BIS	VON	BIS
Alle Kosten mit Abwasser	203	311	128	200	93	149	51	77
Alle Kosten mit Regenwasser und Abwasser	241	349	150	222	110	166	59	84

Fackler verweist auf das grosse Einsparpotenzial bei der technischen Infrastruktur bei einer dichterem Bebauung. Der nachfolgende Überblick illustriert dies, indem zur übersichtlichen Darstellung ein Mittelwert gebildet wird und die jeweiligen Erschliessungskosten mit dem Fall «freistehende Einfamilienhaus» verglichen wird.

Abbildung 6-22 Mittelwert der Durchschnittskosten der Erschliessung je Bebauungsart gemäss Fackler, 2007

BEBAUUNGSART	KOSTEN JE WOHNHEINHEIT		PROZENT	
	ERRICHTUNG	ERHALTUNG	ERRICHTUNG	ERHALTUNG
Einfamilienhäuser freistehend (GFZ 0,23)	15.798	276	100 %	100 %
Einfamilienhäuser gekuppelt (GFZ 0,40)	10.058	175	63 %	64 %
Reihenhäuser (GFZ 0,61)	7.202	129	47 %	46 %
Geschosswohnhäuser (GFZ 0,88)	4.310	68	25 %	27 %

Diskussion und Vergleich mit Ecoplan (2000)

Fackler analysiert dieselbe technische Infrastruktur wie Ecoplan (2000). Die Bebauungstypen unterscheiden sich leicht von den bei Ecoplan (2000) gewählten Siedlungstypen. Der Einfluss des Ortstyps wird nicht explizit im Normkostenansatz berücksichtigt. Fackler gibt für die Gas- und Fernwärmeversorgung Kostenkennzahlen an, berücksichtigt diese wie Ecoplan (2000) aber in der Planbeispielberechnung nicht mehr.

Verwendung für die vorliegende Studie:

- Die von Fackler benutzten Berechnungsgrundlagen werden für die Plausibilisierung einzelner Annahmen benutzt.

h) Deal B., Schunk D. (2004)³³

Mit diesem Artikel soll aufgezeigt werden, was bei der Integration eines volkswirtschaftlichen Submodells (economic impact analysis submodel) in das «Land-Use-Model» LEAM (Land Use Evolution and Impact Assessment Modeling) zu beachten ist und welche Kostenfolgen eine Zersiedelung in einem solchen komplexen Modell zeigen.

³³ Deal B., Schunk D. (2004): Spatial dynamic modeling and urban land use transformation a simulation approach to assessing the costs of urban sprawl.

Methode: Im Rahmen eines berechenbaren, komplexen Modells werden die Effekte der Siedlungsentwicklung in einem sozioökonomischen System berechnet. Nebst den sozioökonomischen Kosten werden auch die Effekte einer Landnutzungsänderung auf die Wasser- und Luftqualität, Habitate, Energie, Abfall und Umwelt modelliert, also die externen Kosten, resp. die Folgekosten.

Wichtigste Ergebnisse

Die Studie vergleicht mit dem komplexen Modell die Kosten einer gesteuerten Siedlungsentwicklung mit einer nicht gesteuerten Entwicklung. Wobei die gesteuerte Siedlungsentwicklung eine Verdichtung anstrebt. Aus sozialer und gemeindespezifischer Betrachtung ist eine dichtere Entwicklung zu bevorzugen.

Diskussion und Vergleich mit Ecoplan (2000)

Deal/Schuck verbinden bestehende sehr komplexe, berechenbare mathematische Modelle. «Land-Use-Modelling» hat sich ursprünglich aus den Verkehrsmodellen entwickelt, ist aber seit längerem ein eigenständiger Forschungszweig. Ecoplan (2000) beleuchtet einzig einen sehr kleinen Ausschnitt aus der umfassenden Frage nach den Kosten der Zersiedlung. Ecoplan (2000) konzentriert sich einzig auf Kosten der technischen Infrastruktur.

Verwendung für die vorliegende Studie:

- Die Arbeiten von Deal/Schuck können für die vorliegende Studie nicht benutzt werden. Auf die mit dieser Studie vorgelegten Kennzahlen können aber «Land-Use-Modeller» zurückgreifen.

i) Dallhammer E., Mollay U. (2008)³⁴

Dallhammer/Mollay untersuchen die (durchschnittlichen) Infrastrukturkosten je Infrastrukturbereich basierend auf Daten aus früheren Studien und auf den Gemeinderechnungen für drei Beispielgemeinden (Gemeinderechnung). Bei den Grenzkosten werden nur Einflussfaktoren diskutiert, nicht aber Kennwerte.

Methodik: Normkosten kombiniert mit Daten aus der Gemeinderechnung für drei Beispielgemeinden in Österreich. Bei der technischen Infrastruktur wird die Abwasserentsorgung, die Wasserversorgung und die Strassenerschliessung, bei der sozialen Infrastruktur der Schulbus, die Hauskrankenpflege und «Essen auf Rädern» miteinbezogen.

³⁴ Dallhammer Erich, Mollay Ursula (2008). Infrastrukturkosten der Siedlungserweiterung bei bestehenden Leitungsnetzen. Endbericht. Im Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung.

Wichtigste Ergebnisse

Dallhammer/Mollay bestätigen den Zusammenhang deutlich höherer Kosten von Siedlungsgebieten geringerer Dichte gegenüber zentralen Lagen und kompakten Gemeindestrukturen.

Diskussion und Vergleich mit Ecoplan (2000)

Dallhammer/Mollay betrachten gegenüber Ecoplan (2000) zusätzlich einen kleinen Teil der sozialen Infrastruktur (Schulbus usw.).

Verwendung für die vorliegende Studie:

- Die Arbeiten von Dallhammer/Mollay können für die vorliegende Studie nicht direkt Verwendung finden. Im Anhang 1 der Studie von Dallhammer/Mollay werden Richtwerte zu Infrastrukturkosten aus der Literatur für die Infrastrukturbereiche Abwasser, Wasser und Straßen aufgezeigt. Diese sind aber teilweise schon veraltet oder in einer aktualisierten Form bereits in diesem Literaturreview zitiert (bspw. Fackler, 2007).

j) Dallhammer E. (2014)³⁵

Dallhammer präsentiert Daten aus früheren Studien, welche auf aktuell gültige Werte hochgerechnet werden.

Methodik: Normkosten

Berechnungsgrundlagen: Die nachfolgende Abbildung 6-23 zeigt die in Dallhammer erwähnten Kostenkennzahlen zusammen.

Diskussion und Vergleich mit Ecoplan (2000)

Verwendung für die vorliegende Studie:

- Die von Dallhammer benutzten Berechnungsgrundlagen werden für die Plausibilisierung einzelner Annahmen benutzt.

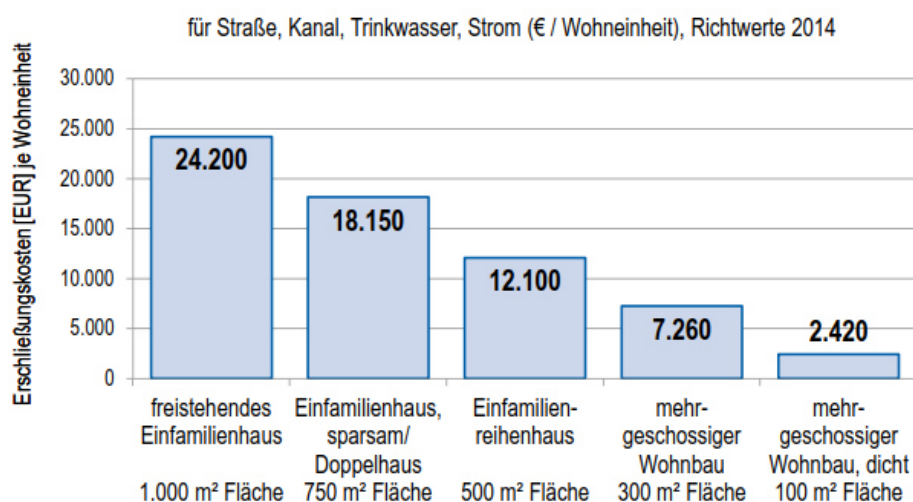
³⁵ Dallhammer E. (2014), Die Folgekosten der Infrastruktur bestimmen die Handlungsspielräume der Zukunft. Folienpräsentation.

Abbildung 6-23 Kostenkennzahlen gemäss Dallhammer, 2014**Bau- bzw. Erschliessungskosten je Laufmeter Strasse (Richtwerte 2014)**

Gemeindestrasse (5.5 m Breite)	Euro	460
Gehsteig (je 1.5 m Breite inkl. Beleuchtung)	Euro	190
Abwasserkanal (300 mm Rohrdurchmesser)	Euro	320
Trinkwasserversorgung	Euro	140
Strom	Euro	100
Total für 1 Meter Gemeindestrasse	Euro	1'210

Bau- bzw. Erschliessungskosten je ha Bauland

Erschliessungskosten je ha Bauland ³⁶	Euro	242'000
--	------	---------

Bau- bzw. Erschliessungskosten nach Siedlungstypen pro Wohneinheit**Richtwerte (2014) für die jährlichen Erhaltungskosten für 1 m Strasse**

		von	bis	Schnitt
Gemeindestrasse (5.5 m Breite)	Euro	4.5	19.6	12.0
Gehsteig (je 1.5 m Breite inkl. Beleuchtung)	Euro	1.9	3.8	2.9
Beleuchtung	Euro	0.8	1.7	1.2
Schneeräumung	Euro	0.8	1.7	1.2
Abwasser	Euro	1.3	9.6	..5.4
Trinkwasser	Euro	0.6	5.1	2.9
Total für 1 Meter Gemeindestrasse	Euro	9.2	37.7	25.7

³⁶ Annahme: 1 km Strasse (Kosten: € 1.210.000.-) erschliesst bei beidseitiger Bebauung und 25 m Parzellentiefe 5 ha Bauland. 1 ha Bauland benötigt 200 m Strasse.

k) Tabellarische Zusammenfassung

Abbildung 6-24: Tabellarische Zusammenfassung zum Literaturüberblick

Autor	Untersuchungszeitraum / Bezugsjahr	Land	Fragestellung/Thematik	Wichtigste Ergebnisse	Ergebnisse	Methodik	Betrachtete Infrastrukturbereiche	Kostenkomponenten	Siedlungsstruktur	Kostendeckungs-Verursacherprinzip
Ecoplan	2000	CH	Siedlungsentwicklung und Infrastrukturkosten	<ul style="list-style-type: none"> – In bestehenden Siedlungen nehmen die Infrastrukturkosten pro Kopf ab, je dichter die Besiedlung. – Durch Auffüllen von bestehenden Siedlungsgebieten lassen sich Infrastrukturkosten sparen. 		Normkostenansatz	<ul style="list-style-type: none"> – Abwasserentsorgung – Wasserversorgung – Verkehr – Stromversorgung 	<ul style="list-style-type: none"> – Investitionskosten – Laufende Kosten: Unterhalt und Betrieb – Unterscheidung nach innerer Erschliessung und Groberschliessung – Folgekosten im Verkehr (Umfallfolge- und Umweltkosten) 	<ul style="list-style-type: none"> – Bestehende Siedlungen und Erweiterungen (verdichten, Standard, dispers) – 5 Siedlungstypen (Streusiedlungen, Einfamilienhaus, Reiheneinfamilienhaus, Wohnblocks, Hochhaus) – 4 Ortstypen (Stadt, Agglomerationsgemeinde, regionales Zentrum, kleinere Gemeinde im ländlichen Raum) 	<ul style="list-style-type: none"> – Über den gesamten Perimeter sind die Kosten gedeckt. – Bei der Abwasserentsorgung, der Wasserversorgung und dem Strassenverkehr ist eine Quersubventionierung von dichten Siedlungsgebieten zu weniger dichten zu beobachten.
Kemper R. und Gilgen K.	2002-2004	CH; 930 Gemeinden in 7 Kt.: AG, BL, GR, SG, SO, ZH, ZG)	Welche Faktoren beeinflussen die Folgekosten der kommunalen Infrastruktur?	Eine höhere Siedlungsdichte wirkt nicht kostensenkend auf die Folgekosten (verstehen unter Folgekosten die Kosten für den Unterhalt und den Betrieb).		Regressions- und Clusteranalyse mit Daten der Gemeindefinanzstatistik.	Aufwandspositionen gemäss Gemeinderechnung: Allg. Verwaltung, öffntl. Sicherheit, Kultur und Freizeit, Verkehr, etc.	Unterhalts- und Betriebskosten der Gemeinden	9 Gemeindetypen	-

Autor	Untersuchungszeitraum / Bezugsjahr	Land	Fragestellung/Thematik	Wichtigste Ergebnisse	Ergebnisse	Methodik	Betrachtete Infrastrukturbereiche	Kostenkomponenten	Siedlungsstruktur	Kostendeckungs-Verursacherprinzip
Kemper R.	2002-2004	CH; GR (205 Gemeinden)	Einflussfaktoren der Infrastrukturfolgekosten in Bündner Gemeinden	Bestätigung der Resultate aus vorheriger Studie		Methodik wie vorherige Studie	Dito	Dito	Dito	-
Pflieger G., und Ecoffey F.	2011*	CH; VD, 17 Gemeinden	In welchem Ausmass variieren die Investitions-, Betriebs- und Unterhaltskosten von Wassernetzwerken bezüglich Dichte und Zersiedlung? Wer trägt die Kosten?	Die absoluten Kosten für die Ausstattung und den Unterhalt sind in zentralen Gebieten (d.h. Stadtteile im Zentrum) hoch, doch werden sie durch Skalenerträge mehr als kompensiert: Kosten für Wasserversorgung nehmen mit zunehmender Dichte ab. Weitere Standortfaktoren: Nähe zu bereits veräderten Gebiete, Distanz zu Wasserversorger und Topografie.		Fallbeispiel, basierend auf tatsächliche Kosten für Betrieb und Unterhalt, annuisierte Normkosten für Investitionen	Wasserversorgung	Jährliche Durchschnittskosten: d.h. Betrieb, Unterhalt und annuisierte Investitionskosten	Zentrale vs. periphere Gemeinden	Heutige Tarifstruktur (inkl. Anschlussgebühr) entsprechen in etwa den zu überwälzenden Kosten.

Autor	Untersuchungszeitraum / Bezugsjahr	Land	Fragestellung/Thematik	Wichtigste Ergebnisse	Ergebnisse	Methodik	Betrachtete Infrastrukturbereiche	Kostenkomponenten	Siedlungsstruktur	Kostendeckungs-Verursacherprinzip
Jenssen T. und Karakoyun E.	2005	D	Einfluss von Siedlungsstruktur und Siedlungsentwicklung auf Infrastrukturkosten. Dargestellt am Beispiel der Abwasserentsorgung.	Negative Korrelation zwischen den Kosten und der Siedlungsdichte, bzw. -grösse und folglich ein klarer Zusammenhang zw. der Siedlungsstruktur und dem erforderlichen Aufwand zur Bereitstellung der Infrastruktur.		Normkosten	Abwasserentsorgung	Investitionskosten, Betriebskosten (Personalkosten, Sachkosten, Instandhaltungskosten), sowie Grenzkosten für Verzicht auf Neubautätigkeit, kleinteilige Innenverdichtung, Aussenentwicklung und disperse Aussenentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> – Fünf Siedlungstypen: Freistehende Einfamilienhäuser, Einfamilienreihenhäuser, kleine Mehrfamilienhäuser mit niedriger Dichte, Hochhäuser, grosse Mehrfamilienhäuser mit hoher Dichte – Drei Raumtypen: Kernstadt, suburbaner Raum, ländlicher Raum 	Kostendeckung ist gegeben, aber Verursachergerechtigkeit nicht (Quersubventionierung innerhalb der Abwasserentsorgung)

Autor	Untersuchungszeitraum / Bezugsjahr	Land	Fragestellung/Thematik	Wichtigste Ergebnisse	Ergebnisse	Methodik	Betrachtete Infrastrukturbereiche	Kostenkomponenten	Siedlungsstruktur	Kostendeckungs-Verursacherprinzip
Siedentop St. Koziol M. Guttsche J-M.	2006	D, Anwendung auf Region Havelland-Fläming	Siedlungsentwicklung und Infrastrukturfolgekosten auf regionaler Ebene (Konzeptionelle Grundlagen und Anwendung auf ein Fallbeispiel)	Technische Infrastruktur: Mit dem Nachhaltigkeitsszenario lassen sich Kosten je angeschlossener Einwohner sparen. In den gering verdichteten Gemeinden liegen die spezifischen Kosten je angeschlossener Einwohner im Mittel um etwa 10% über dem Regionsdurchschnitt. Kostenaufwendig sind vor allem die gering verdichteten Gemeinden mit Bevölkerungsrückgang. Hier zeigen sich 20-30 % höhere Kosten, gemessen am regionalen Durchschnitt.	Normkosten	Soziale Infrastruktur (Sportanlagen, allg. Schulen, Kitas, Pflegeheime) und technische Infrastruktur (Strassenschliessung, Trinkwasser, Abwasser, Fern-/Nachwärme)	Durchschnittskosten (Kapitalkosten, Betriebskosten, Instandhaltungs- und Wartungskosten, Verwaltungskosten sowie Kosten zur Stilllegung und Rückbaukosten), Grenzkosten	<p>8 Strukturtypen: traditionelle Blockstrukturen, Zeilenbebauung, Geschosswohnungsbau in offener Baustruktur, Geschosswohnungsbau nach 1990, 1- und 2 FH-Bebauung geringer Dichte, Verdichteter 1- und 2 Familienhausbau, Dorfkern/Ortslage, Streusiedlung</p> <p>Für Szenarios:</p> <p>9 Gemeindetypen nach Entwicklungsdynamik (schrumpfend, stabil und wachsend) und Dichte (gering verdichtet, moderat verdichtet, verdichtet)</p>	Die Kosten werden gemäss den gesetzlichen Vorgaben auf die Akteure aufgeteilt. Die Kostendeckung ist somit vorgegeben. Die Studie ortet Probleme bei der Verursachergerechtigkeit, beschreibt diese aber nur qualitativ.	

Autor	Untersuchungszeitraum / Bezugsjahr	Land	Fragestellung/Thematik	Wichtigste Ergebnisse	Ergebnisse	Methodik	Betrachtete Infrastrukturbereiche	Kostenkomponenten	Siedlungsstruktur	Kostendeckungsverursacherprinzip
Koziol M. und Holger F.	2009*	D, Region Giessen-Wetzlar	Siedlungsentwicklung und Infrastrukturkosten einer bestimmten Region (Fallbeispiel)	Erhebliches Einsparpotenzial in der Stadtregion. Bei einer restriktiven Flächenausweisung sind Einsparungen sowohl im Bereich Wohnen als auch im Bereich Gewerbe in Grössenordnung zum Teil deutlich über 20 Prozent realisierbar.		Normkosten, mit weiterer Differenzierung nach lagespezifischen Kriterien in der jeweils betrachteten Region	Strom- und Gasversorgung, Schmutzwasserentsorgung, Regenwasserableitung, Trinkwasserversorgung, Strasse	Grenzkosten (d.h. Aufwand für Infrastrukturbereitstellung - und betrieb für die innere und äussere Erschliessung)	Siedlungserweiterung: innerhalb vorhandenen Siedlungsstruktur, angrenzend, ohne unmittelbaren Zusammenhang.	-
Fackler A.	2007	A, Salzburg	Zusammenhänge von Bebauungsart und -dichte, sowie Erschliessungskosten	Art und Dichte der Bebauung haben grossen Einfluss auf die Erschliessungskosten. Zudem steht die Art der Bebauung im direkten Zusammenhang mit den Gebäude-Energiekosten		Ähnlich der Normkosten, wobei Mengengerüst auf einzelnen Beispielen basiert und Wertgerüst für alle Bautypen gleich ist.	Verkehrerschliessung, Wasserversorgung, Regenwasser und Abwasser, Elektrizität, Strassenbeleuchtung, Zusätzlich: Leistungsbezogene Energiekosten: Fernwärmeversorgung, Gasleitung	Durchschnittskosten (Investitions- und Erhaltungskosten)	Freistehendes EFH, gekuppeltes EFH, Reihenhäuser, Mehrfamilienhäuser mit Geschosswohnungen.	-

Autor	Untersuchungszeitraum / Bezugsjahr	Land	Fragestellung/Thematik	Wichtigste Ergebnisse	Ergebnisse	Methodik	Betrachtete Infrastrukturbereiche	Kostenkomponenten	Siedlungsstruktur	Kostendeckungs-Verursacherprinzip
Deal B, Schunk D	2004	USA, Kane County, Illinois	Kosten der Zersiedelung	Aus sozialer und gemeindespezifischer Betrachtung ist eine dichtere Entwicklung zu bevorzugen.		Komplexes, berechenbares Land-Use-Modell	Verkehr, Wasser, Schule, Strom, Kommunikation, Öffentliche Sicherheit, Parks, Offene Räume	Individuelle Kosten, Kosten der Gemeinde, Externe Kosten (Luftverschmutzung etc., d.h. Folgekosten)	Dichtere und weniger dichtere Siedlungsentwicklung im Rahmen von dynamischen Entwicklungsszenarien	
Dallhammer E. Mollay U.	2007	A	Kosten der Infrastruktur für drei Beispielgemeinden.	Technische Infrastruktur: Bestätigt, dass je dichter, desto günstigere Infrastrukturkosten		Kosten aus früheren Studien sowie Gemeindehaushalten der drei Beispielgemeinden	Technische Infrastruktur (Kanalisation/Abwasserentsorgung, Wasserversorgung, Strassenerschliessung) und kleiner Teil der sozialen Infrastruktur	Durchschnittskosten: Betriebskosten, Kosten für Instandhaltung und Wartung, Verwaltungskosten und Kapitalkosten. Grenzkosten nur qualitativ diskutiert	3 Beispielgemeinden: eine im Streusiedlungsgebiet, eine dynamische Gemeinde und eine im inneralpinen Talraum.	basierend auf Literaturanalyse (insb. Doubek 2001)

Autor	Untersuchungszeitraum / Bezugsjahr	Land	Fragestellung/Thematik	Wichtigste Ergebnisse	Ergebnisse	Methodik	Betrachtete Infrastrukturbereiche	Kostenkomponenten	Siedlungsstruktur	Kostendeckungs-Verursacherprinzip
Dallhammer E. (Vortrag)	2014	A	Wie bestimmen die Folgekosten der Infrastruktur die Handlungsspielräume der Zukunft?	Vorrang der Verdichtung in zentralen Bereichen gegenüber Siedlungserweiterung, Neue Siedlungen nur, wenn Innenverdichtung unmöglich, öffentlichen Verkehr attraktiv machen, Angebotsvielfalt an Wohnraum - Mischung unterschiedlicher Wohntypen.		Investitionskosten: Zahlen mit Baupreisindex Strassenbaus aus. aus Doubek, Zanetti 1999 hochgerechnet Laufende Kosten: Aus Gemeindevergleich Dallhammer E und Mollay U 2008	Gemeindestrasse, Gehsteig, Abwasserkanal, Trinkwasserversorgung, Strom	Investitions- und Erhaltungskosten	Freistehendes Einfamilienhaus, Einfamilienhaus sparsam/Doppelhaus, Einfamilienreihenhaus, mehrgeschossiger Wohnbau, mehrgeschossiger Wohnbau dicht	Querfinanzierung / Umverteilung: – Innerhalb der Gemeinde: Ortszentren tragen höhere Kosten der peripheren Lagen mit. – Auf regionaler und überregionaler Ebene: kompaktere Gemeinden tragen höheren Kosten in den locker bebauten Gemeinden mit. Kosten der Infrastruktur nicht nur eine Effizienzsondern auch eine Verteilungsfrage

I) Abbildung 6-25: Tabellarische Zusammenfassung zu Wert- und Mengengerüstdaten im Normkostenansatz aus der Literatur

Autor	Datum	Land	Daten, welche sich für einen Vergleich mit der vorliegenden Studie eignen
Ecoplan	2000	CH	<ul style="list-style-type: none"> – Mengengerüst unterschieden nach innerer und äussere Erschliessung – Wertgerüst unterschieden nach innerer und äusserer Erschliessung, sowie nach Investitionskosten, Nutzungsdauer, Betrieb und Unterhalt
Pflieger G, und Ecoffey F.	2007	CH; VD, 17 Gemeinden	<ul style="list-style-type: none"> – Jährliche Kosten pro Einwohner je Gemeinden rund um Lausanne für die Wasserversorgung für Ausstattung, Betrieb, Instandhaltung, Verwaltung – Basierend auf realen Daten des Wasserdepartements Lausanne, und der realen Infrastrukturausstattung in der Region Lausanne (nicht in Bericht verfügbar)
Jenssen T. und Karakoyun E.	2005	Jenssen T. und Karakoyun E.	<ul style="list-style-type: none"> – Wert- und Mengengerüst für Abwasserentsorgung: Kanaldurchmesser je Siedlungstyp, Verlegungstiefe je Siedlungstyp, Kosten pro Laufmeter, daraus ergeben sich die Grundkosten, dazu kommen Zuschläge, Anschaffungskosten für Abwasserreinigungsanlagen nach Gemeindegrosse, – Daraus Durchschnittskosten der Abwasserentsorgung nach Siedlungs- und Raumtyp – Grenzkosten, durch Annahmen, welche Kostenkomponenten relevant sind pro Siedlungsentwicklung Zahlen siehe oben
Koziol Th. und Holger F.	2009	D, Region Giessen-Weltzlar	<ul style="list-style-type: none"> – Infrastrukturkosten in Euro / ha. – Aufwandsfaktoren für innere und äussere Erschliessung je nach Flächengrösse, resp. Erschliessungsart
Siedentop St., Koziol M. und Gutsche J.-M.	2006	D,	<ul style="list-style-type: none"> – Kostenkennwerte für Kapitalkosten je Infrastrukturbereich und Gemeindetyp, – Kostenkennwerte für Betrieb, Instandhaltung, und Wartung sowie Verwaltungskosten als prozentualer Anteil an den Kapitalkosten.
Fackler A.	2007	A, Salzburg	<ul style="list-style-type: none"> – Infrastruktur- und Erhaltungskosten je Wohneinheit je Siedlungstyp (nur Summe aller Infrastrukturbereiche, nicht je Bereich)
Dallhammer E. Mollay U.	2008	A, Wien	<ul style="list-style-type: none"> – Richtwerte der laufenden Infrastrukturkosten aus der Literatur und aus den drei Beispielgemeinden
Dallhamer E.	2014	A, Wien	<ul style="list-style-type: none"> – Erschliessungs- und Unterhaltskosten je Laufmeter Strasse (Richtwerte 2014) (Wertgerüst) – Laufmeter Strasse je Siedlungstyp (Mengengerüst)

7 Anhang B: Berechnung der Infrastrukturkosten

7.1 Allgemeine Grundlegendaten

7.1.1 Die Siedlungstypen

Ausgangspunkt für die Festlegung der inneren Erschliessungssysteme sind sechs – nach Bauungsart bzw. Dichte – unterschiedenen Siedlungstypen. In der folgenden Abbildung sind die wichtigsten Ausprägungsmerkmale der sechs Siedlungstypen zusammengefasst.

Abbildung 7-1: Ausprägung der wichtigsten Merkmale der sechs Siedlungstypen (S1 bis S6)

	S1 Streu- Streu- siedlung	S2 EFH Einfam.- haus	S3 REFH Reihen- einfam.- haus	S4 WB3 Wohn- block 3G	S5 WB5 Wohn- block 5G	S6 Hoch- haus
Gebäudetyp						
Anzahl Geschosse / Gebäude	2	2	2	3	5	15
Ausnützungsziffer	0.04	0.34	0.53	1.00	1.66	3.50
Bruttogeschossfläche / Wohneinheit (WE)	270	203	163	144	144	90
Nettogeschossfläche / WE	224	168	135	119	119	75
Anzahl Personen pro WE	2.6	2.8	3.2	2.0	2.0	1.5
Siedlungseinheit, Perimeter						
Anzahl WE im Perimeter	1	11	21	45	75	253
Grundstücksfläche / WE	6'500	591	310	144	87	26
Anzahl Personen im Perimeter	2.6	30.8	67.2	90.0	150.0	378.8
Fläche des Perimeters	6'500	6'500	6'500	6'500	6'500	6'500

Die sechs Siedlungstypen

Die inneren Erschliessungssysteme sind für die sechs unterschiedenen Siedlungstypen im Detail ausgearbeitet worden. Die erstellten Erschliessungspläne finden sich am Ende dieses Unterkapitels. Ausgehend von obiger Abbildung 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 Quartiererschliessung 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.
- 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.
- Der fünfte Siedlungstyp ist bzgl. identisch mit dem vierten Siedlungstyp, nur dass die Blocksiedlung fünfgeschossig ist.
- 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.

Anzahl Bewohner pro Wohneinheit variiert nach Siedlungstyp

Die durchschnittliche Anzahl Personen pro Wohneinheit und Siedlungstyp musste ausgehend von Angaben der Volkszählung grob 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:

- Ausgangspunkt für die Siedlungstypen 1 und 2 sind die verfügbaren Angaben über Einfamilienhäuser (EFH). Bei diesen beträgt die durchschnittliche Anzahl Bewohner pro Wohneinheit (WE) 2.5. Allerdings unterstellen wir EFH mit vergleichsweise grosser Wohnfläche. 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.
- Bei den Siedlungstypen S3, S4, S5 und S6 sind wir in erster Linie von der Wohnfläche ausgegangen. S4 bis S6 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.

Eine Hochrechnung der angenommenen Anzahl Bewohner pro Wohneinheit mit den Anteilen der einzelnen Siedlungstypen (vgl. nachfolgende Ausführungen) in der ganzen Schweiz ergibt eine Einwohnerzahl von rund 8.6 Mio. CHF, liegt also rund 5% über der heutigen Bevölkerungszahl. Die Annahmen zur Anzahl Bewohner liegen also in der richtigen Grössenordnung. Die leichte Überschätzung ergibt sich einerseits aus der Tatsache, dass in der Wohnungsstatistik auch leerstehende Wohnung und touristisch genutzte Wohnungen enthalten sind.

Anteile der einzelnen Siedlungstypen in den vier Ortstypen

Die Abschätzung der Anteile der einzelnen Siedlungstypen in den vier Ortstypen haben wir anhand des Gebäude- und Wohnungsregisters (GWR) vorgenommen.³⁷ Die Gebäudekategorien gemäss GWR wurden den einzelnen Siedlungstypen zugewiesen³⁸ und deren Verteilung auf die vier Ortstypen für jede einzelne Gemeinde der Schweiz zugewiesen. Danach wurden die Gemeindedaten auf die vier Ortstypen aggregiert.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Bevölkerungsanteile, welche in den sechs Siedlungstypen leben, differenziert nach Ortstyp. In den Grosszentren (GrossZen) lebt 80% der Bevölkerung in den Siedlungstypen 5 (Block, 5-geschossig) oder 6 (Hochhaus). In den Gürtelgemeinden und den Landgemeinden leben rund 1/3 der Bevölkerung in Einfamilienhaussiedlungen.

Abbildung 7-2: Bevölkerungsanteile in den sechs Siedlungstypen (S1 bis S6), differenziert nach Ortstyp

Siedlungstyp	Ortstyp				Total
	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem	
S1	0.4%	1.6%	3.8%	10.7%	4%
S2	9.5%	21.7%	36.3%	33.0%	28%
S3	2.3%	7.6%	12.4%	16.1%	10%
S4	7.9%	19.4%	20.6%	21.8%	18%
S5	44.2%	39.0%	24.1%	17.3%	29%
S6	35.6%	10.8%	2.9%	1.1%	10%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

7.1.2 Innere Erschliessung für die sechs Siedlungstypen

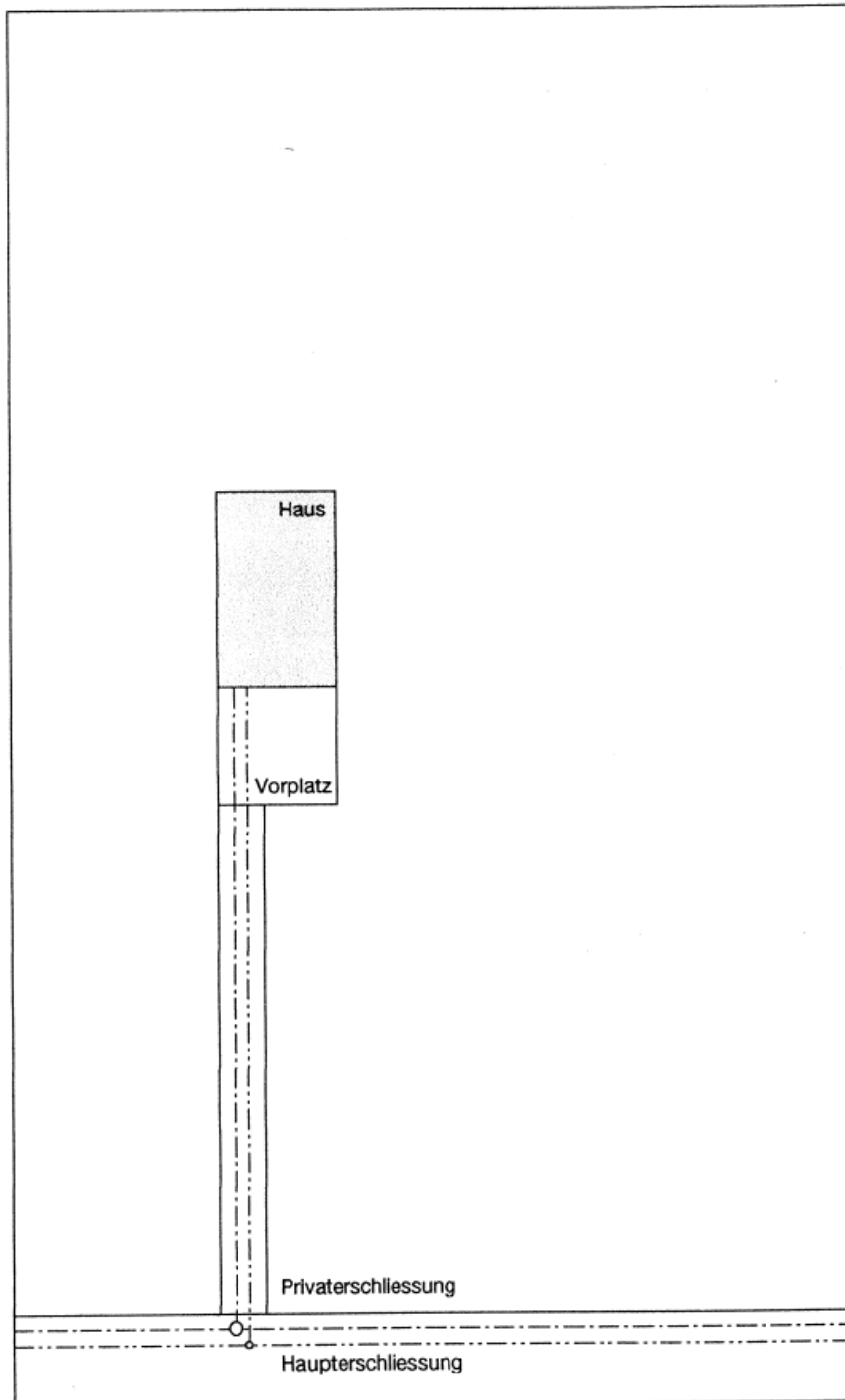
Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Erschliessungspläne (innere Erschliessung) für die verschiedenen Siedlungstypen.

³⁷ Die Daten des Gebäude- und Wohnungsregisters GWR sind auf dem Stand 31.12.2015, die Gemeindedaten stammen von swisstopo swissBoundaries3D, bearbeitet durch ARE, Stand 01.01.2015, die Gemeindetypologie stammt vom ARE, Stand 1.1.2015, für die Einteilung der Gebäude inner- und ausserhalb der Bauzone wurde die Bauzonenstatistik Schweiz 2012 des ARE, Stand 1.1.2012, verwendet. Alle Daten wurden vom ARE aufbereitet und zur Verfügung gestellt.

³⁸ Gebäudekategorie EFH 1021, unabhängig von Anzahl Stockwerken, gemäss GWR -> Siedlungstyp S2
 Gebäudekategorie MFH_2 1025/1030, bis 2 Stockwerke -> Siedlungstyp: S3
 Gebäudekategorie MFH_3 1025/1030, 3 Stockwerke -> Siedlungstyp: S4
 Gebäudekategorie MFH_5 1025/1030, 4 oder 5 Stockwerke -> Siedlungstyp: S5
 Gebäudekategorie MFH_hoch 1025/1030, über 5 Stockwerke -> Siedlungstyp: S6

Für die Bestimmung der Anteile für die Siedlungstypen S2 bis S6 wurden nur Gebäude innerhalb der Bauzone berücksichtigt. Der Anteil des Siedlungstyps 1 (Streusiedlung) wurde grob auf 5% geschätzt und die Verteilung konnte aufgrund des Verhältnisses von Bewohnern von Gebäuden inner- und ausserhalb der Bauzone auf die vier Ortstypen verteilt werden.

Abbildung 7-3: Siedlungstyp S1 - Streusiedlung

Parzellenfläche 6'500 m²Fläche des Hauses
135 m²Fläche des Vorplatzes/Garage
80 m²Erschliessungsstrasse 140 m²Länge der Leitungen in
der Quartierstrasse 0 m'Länge der Hausanschlüsse
total 50 m'

Kontrollschächte St 1

Kandelaber St 0

BGF : 270 m²

AZ : 0.04

Elektro T+T TV Wasser - - - - -

Abwasser - - - - -

S1

Abbildung 7-4: Siedlungstyp S2 - Einfamilienhaus

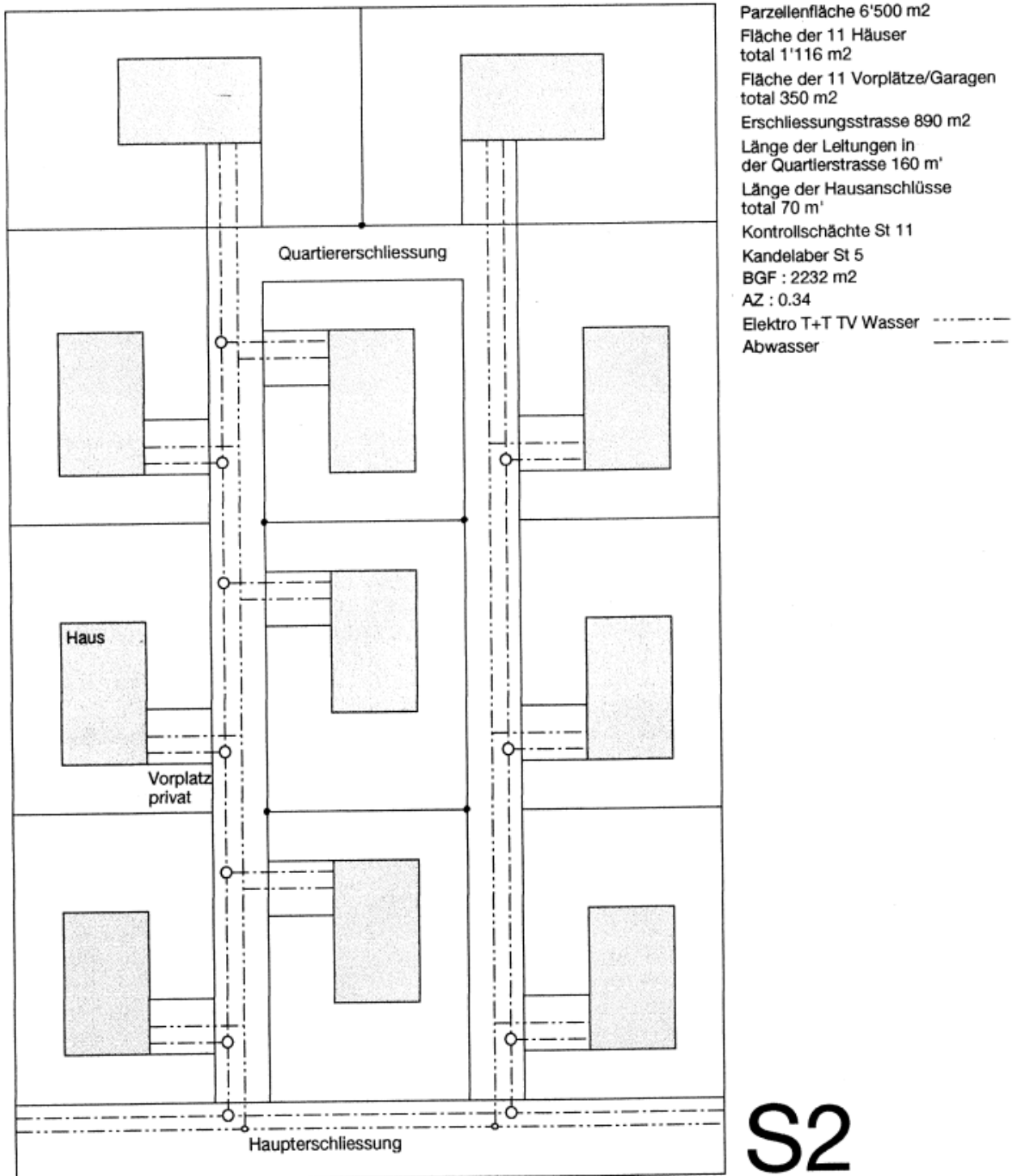


Abbildung 7-5: Siedlungstyp S3 - Reiheneinfamilienhaus

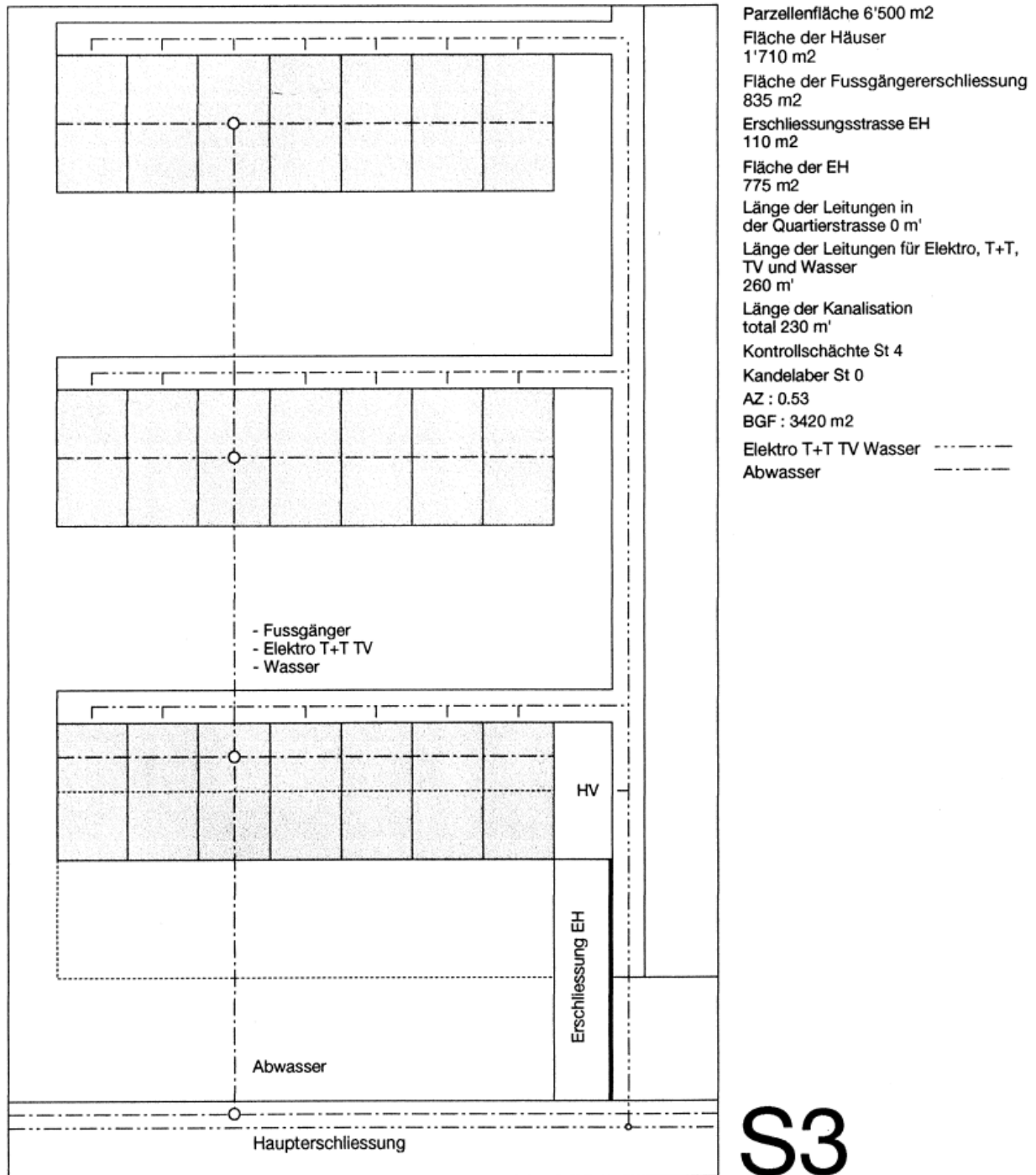
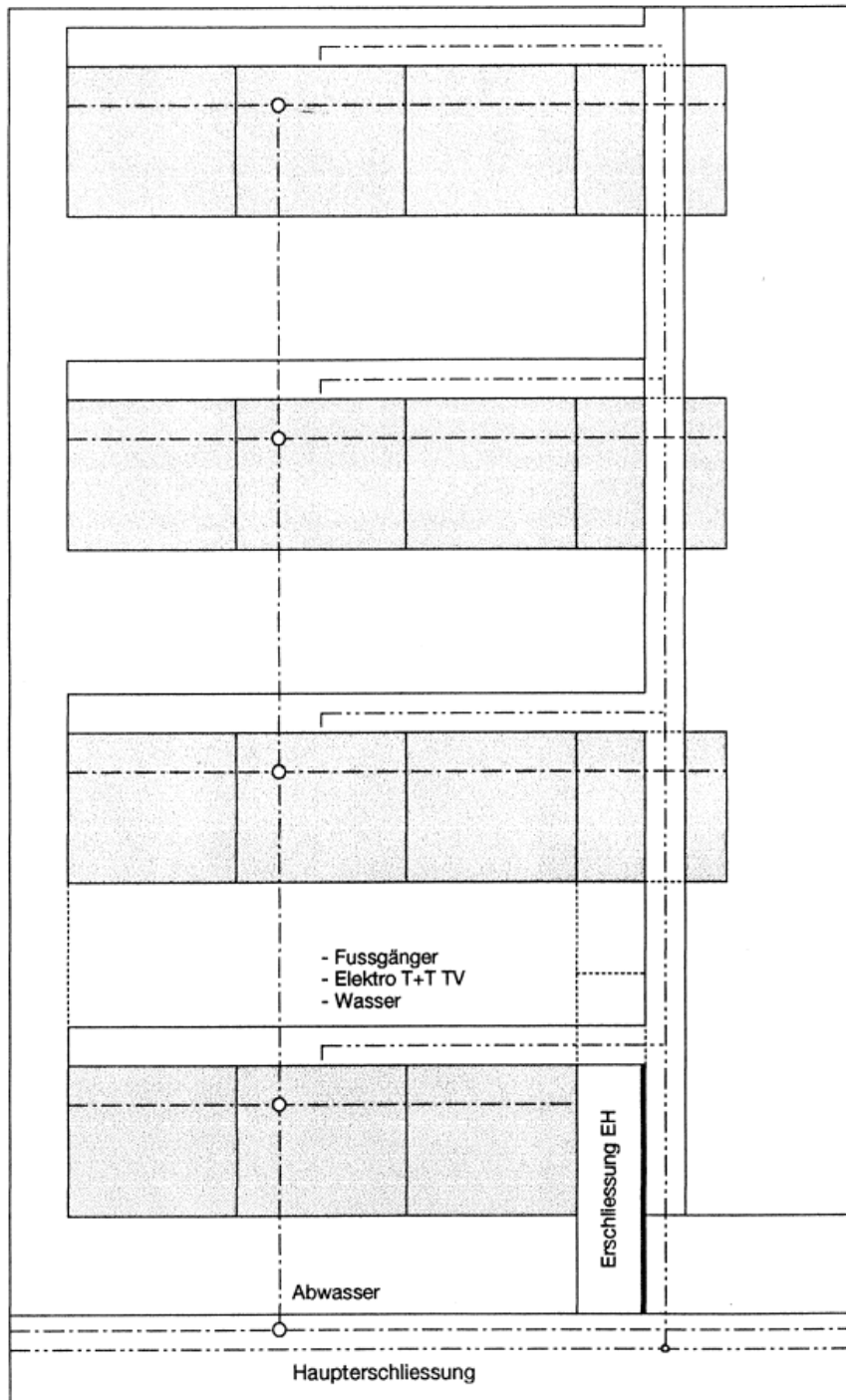


Abbildung 7-6: Siedlungstyp S4 – Wohnblock, dreigeschossig



Parzellenfläche	6'500 m ²
Fläche der Häuser	2'090 m ²
Fläche der Fussgängererschliessung	800 m ²
Erschliessungsstrasse EH	130 m ²
Fläche der EH	995 m ²
Länge der Leitungen in der Quartierstrasse	0 m'
Länge der Leitungen für Elektro, T+T, TV und Wasser	185 m'
Länge der Kanalisation total	285 m'
Kontrollschächte	St 5
Kandelaber	St 0
BGF	: 6470 m ²
AZ	: 1.00
Elektro T+T TV Wasser	-----
Abwasser	- . - . - .

S4

Abbildung 7-7: Siedlungstyp S5 – Wohnblock, fünfgeschossig

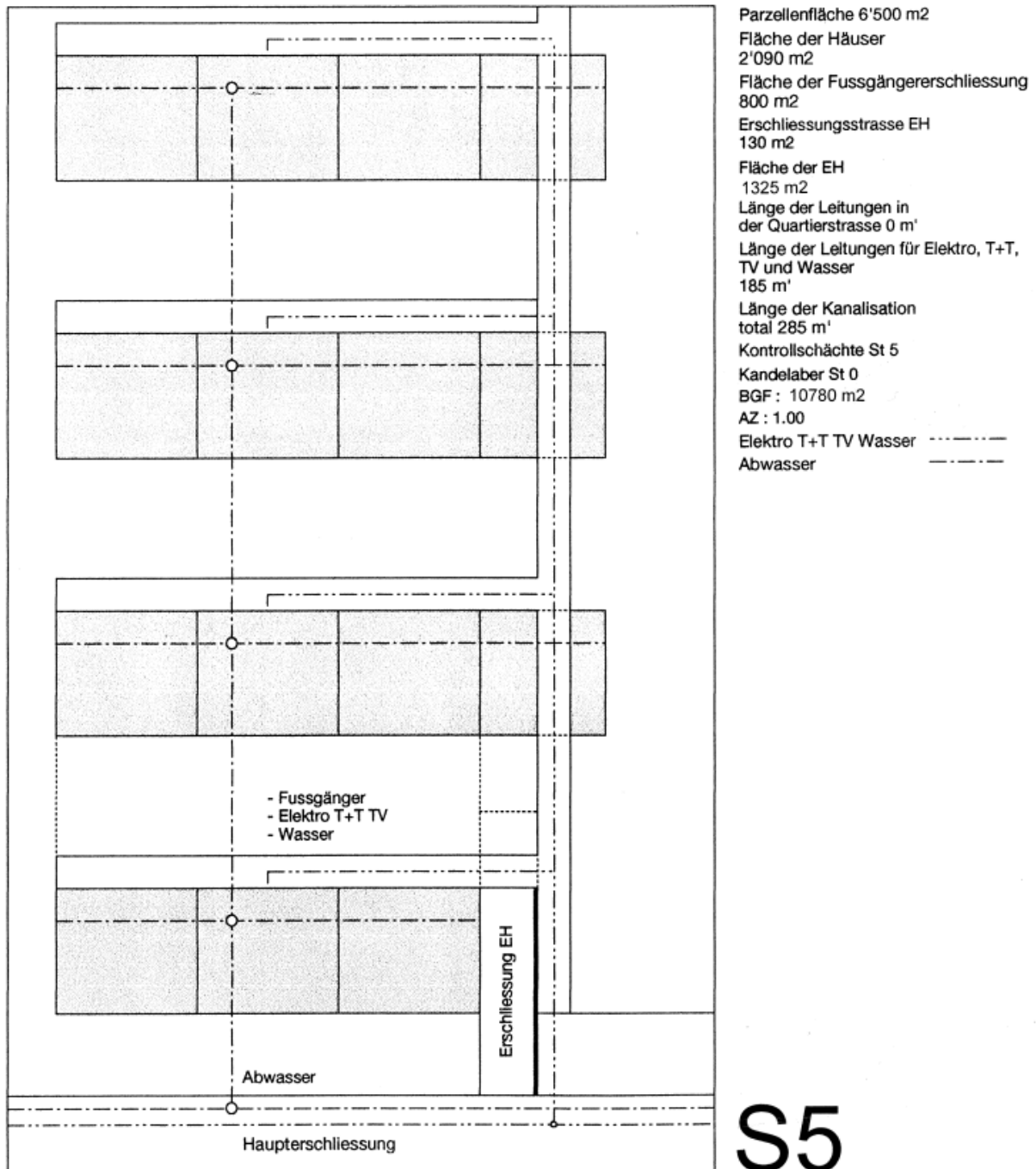
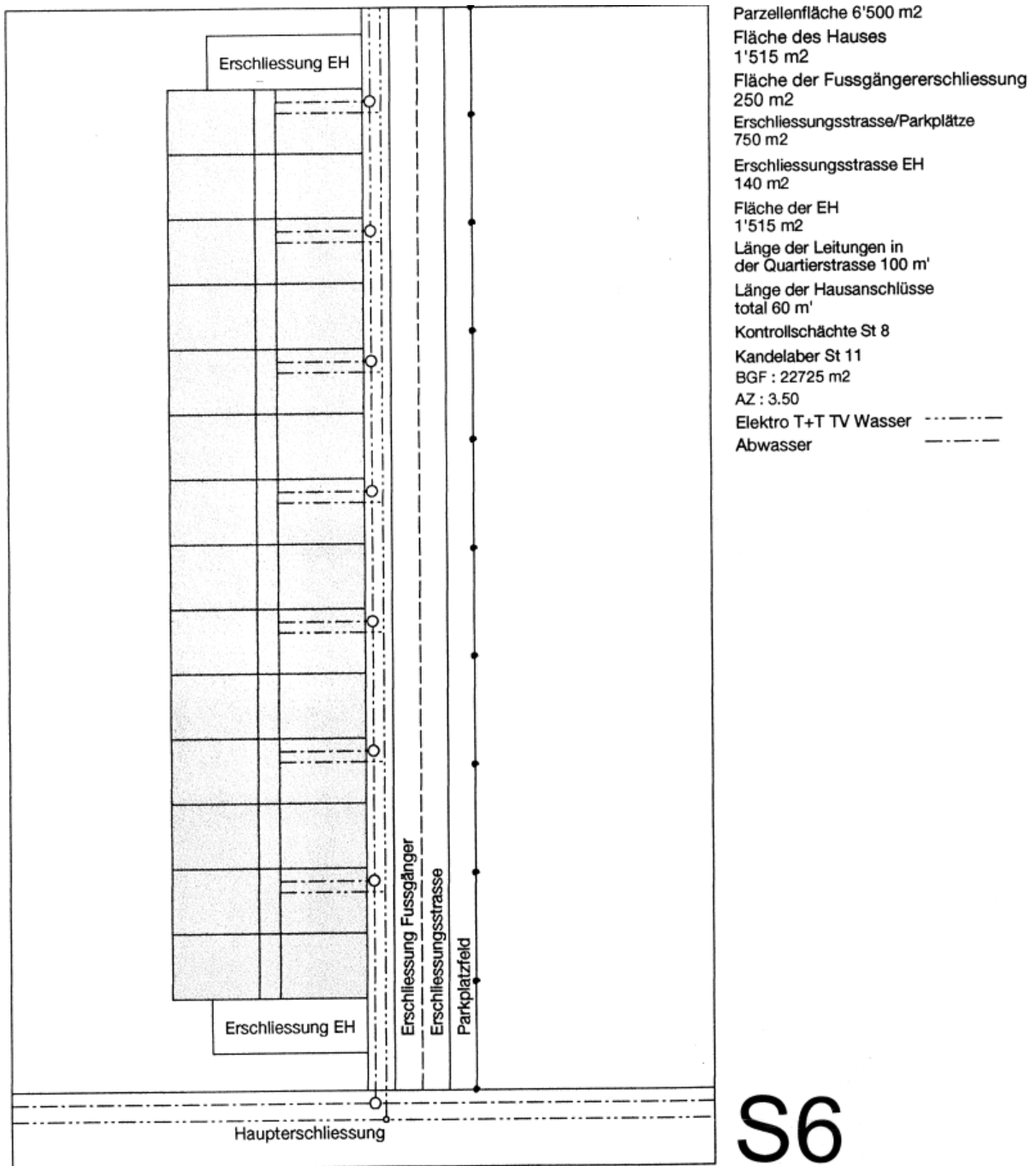


Abbildung 7-8: Siedlungstyp S6 - Hochhaus



7.1.3 Äussere Erschliessung

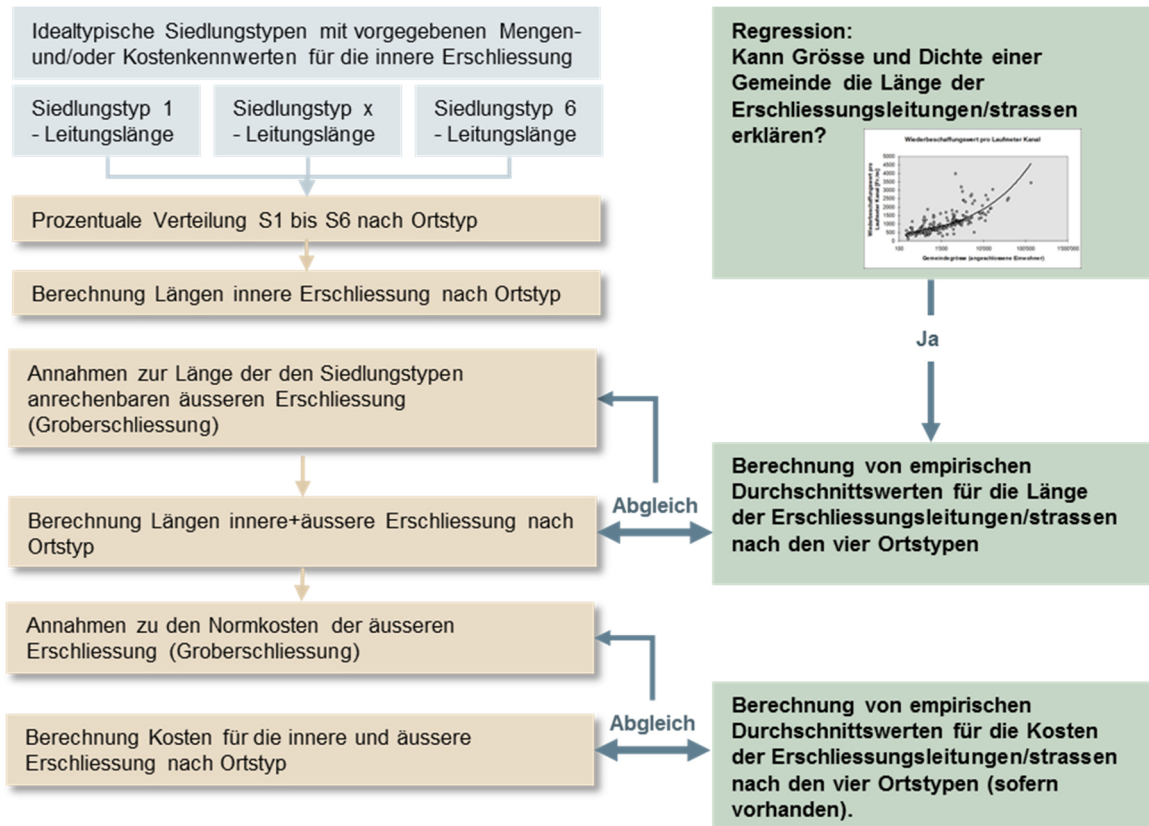
Neben der inneren Erschliessung ist den einzelnen Siedlungstypen ein Teil der Groberschliessung anzulasten. Über die innere Erschliessung allein können die Infrastrukturkosten bei Zersiedelungstendenzen in der Siedlungsstruktur und -erweiterung nicht erfasst werden.

Dieser Teil variiert je nachdem, wie der betrachtete Siedlungsperimeter an die Groberschliessung angeschlossen ist. In den Erschliessungsplänen sind die Siedlungsperimeter durch eine Haupterschliessung entlang der kürzeren 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. Die den einzelnen Siedlungstypen direkt anrechenbare Groberschliessung unterscheidet sich deshalb je nach Einzelfall spürbar. Für unseren Normkostenansatz geht es vor diesem Hintergrund darum, eine Annahme für einen plausiblen durchschnittlichen Fall zu treffen.

Für die Ermittlung dieser plausiblen Werte gehen wir neu wie folgt vor:

- Schritt 1 - Regressionsanalyse: Als erstes untersuchen wir mittels einer Regressionsanalyse, ob die Grösse einer Gemeinde und deren Einwohner- bzw. Arbeitsplatzdichte Haupterklärungs-faktoren für die Länge der Erschliessungsleitungen bzw. -strassen sind.
- Schritt 2 – Abgleich der Annahmen zu den Netzlängen mit empirischen Werten: Kann die Länge des Erschliessungsnetzes mit der Grösse und der Bebauungsdichte der Gemeinde massgeblich erklärt werden, berechnen wir durchschnittliche Längen des Erschliessungsnetzes für die vier verschiedenen Ortstypen. Diese empirischen Durchschnittswerte gleichen wir mit den Annahmen zu den einzelnen Siedlungstypen anrechenbaren Länge der äusseren Erschliessung ab. Die Annahmen zur Länge der äusseren Erschliessung werden so verändert, bis der Normkostenansatz die empirischen Durchschnittslängen je Ortstyp reproduziert.
- Schritt 3 – Abgleich der Annahmen zu den spezifischen Kosten der äusseren Erschliessung mit empirischen Werten: Sofern Gesamtkosten je Ortstyp für die Erschliessungsnetze vorliegen (bspw. bei Strom), werden die Annahmen zu den spezifischen Kosten der äusseren Erschliessung so angepasst, dass die empirischen Kostendaten mit dem Normkostenansatz reproduziert werden konnten.

Abbildung 7-9: Vorgehen zur empirischen Abstützung des Mengen- und Kostengerüsts für die äussere Erschliessung (Groberschliessung)



7.1.4 Räumliche Lage

Die räumliche Lage bezieht sich auf die Frage, wo der betrachtete Perimeter im Siedlungszusammenhang liegt. Wir gehen davon aus, dass neu zu erschliessende Siedlungen angrenzend an das bestehende Siedlungsgebiet erstellt werden. Einzig beim Siedlungstyp 1 wird eine «Zuleitung» von 100m unterstellt, um dem Streusiedlungscharakter Rechnung zu tragen.

7.2 Abwasserentsorgung

97% der Schweizer Bevölkerung sind an einer zentralen Abwasserreinigungsanlage (ARA) angeschlossen.³⁹ Die jährlichen Gesamtkosten für Abwasserentsorgung betragen 2.2 Mrd. CHF. Der Wiederbeschaffungswert für die öffentliche Abwasserinfrastruktur beträgt 80 Mrd. CHF. Pro Einwohner entspricht dies einem Anlagenwert zu Wiederbeschaffungskosten von rund 10'000 CHF.⁴⁰ Die Abwasserentsorgung ist damit ein kostenträchtiger Infrastrukturbereich.

7.2.1 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 Abbildung 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 **Quartierserschliessung**.
- Äussere Erschliessung: Es sind dies die Kosten für die **Groberschliessung**, die **Hauptsammelkanäle** (häufig sind dies regionale Verbandskanäle), die **Sonderbauwerke** (Pumpwerke, Regenbecken, usw.), die Kosten der **Abwasserreinigungsanlage** (inkl. Klärschlamm Entsorgung).⁴¹

Es werden somit diejenigen Kosten eruiert, die beim Abwasserverursacher und dem Kanalnetzbetreiber – in der Regel ist dies die Gemeinde⁴² – 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.

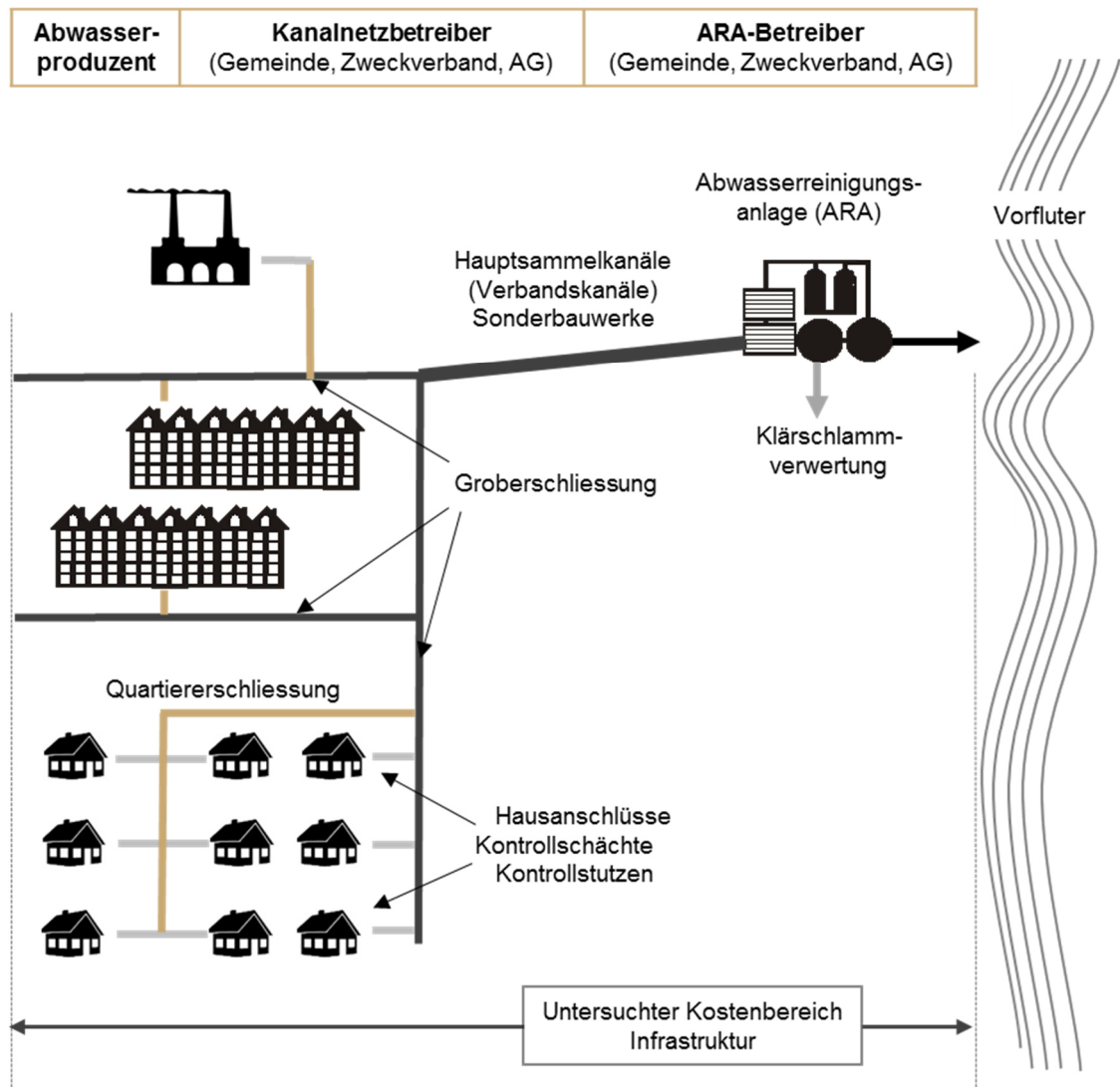
³⁹ VSA (2015), Themenbericht 2015 zur Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung. Wert für das Jahr 2010 auf Seite 16.

⁴⁰ VSA / OKI (2011), Kosten und Leistungen der Abwasserentsorgung, Datenerhebung 2010.

⁴¹ Bei der Kostenermittlung der dezentralen Abwasserentsorgung (in Streusiedlungen) werden die Kosten für die Abwasserreinigung (Einzelkläranlagen, dezentrale Kleinkläranlagen) berücksichtigt.

⁴² Sammelkanäle werden teilweise von Zweckverbänden betrieben.

Abbildung 7-10: 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 anstelle 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 gering und andererseits wäre es äusserst aufwendig, 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 bescheiden, so dass eine Differenzierung nach verschiedenen Orts- und Siedlungstypen kaum Sinn macht.
- Die Kosten der **innerhäuslichen Sanitärinstallationen** sind für alle Siedlungstypen in etwa gleich hoch und werden nicht einbezogen.

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.⁴³ Dies bedeutet, dass die pro Kopf-Kosten für den Hausanschluss eines Einfamilienhauses höher liegen als bei Mehrfamilienhäusern.
- Länge der **Quartiererschliessung**: Unter der Quartiererschliessung verstehen wir die kleinräumige Erschliessung. Bei dichter besiedelten Gebieten (beispielsweise Siedlungstyp S3) sind die Kosten für die Quartiererschliessung kleiner als bei weniger dicht besiedelten Gebieten (Siedlungstypen S1 und S2). Bei sehr dicht besiedelten Gebieten entfällt in der Regel eine eigentliche Quartiererschliessung. Die Erschliessung wird direkt via Groberschliessung vorgenommen (Siedlungstyp S4, S5 und S6).
- **Groberschliessung mit Quartiererschliessungsfunktion**: In der Regel kann ein Teil der Gebäude direkt von der Groberschliessung erschlossen werden. Die Groberschliessung nimmt in diesem Falle eine Quartiererschliessungsfunktion wahr. In Abschnitt 7.2.4b) wird aufgezeigt, wie die Quartiererschliessungsfunktion der Groberschliessung nach Siedlungs- und Ortstyp differenziert wird.

⁴³ 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.

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 die neue Siedlung angrenzend an die bestehende Siedlung oder abseits von bestehenden Siedlungen gebaut wird. Wir gehen davon aus, dass die Neuerschliessung angrenzend an eine bestehende Siedlung erfolgt.

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 des Verkehrs 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 des Transportnetzes, ARA-Zubringerleitungen, regionale Hauptsammelkanäle:** Es sind dies die Kanäle, die nicht der Grob- oder Quartierschliessung dienen. Im städtischen Raum fallen diese Leitungen im Vergleich zu den übrigen Kanälen weniger ins Gewicht. Im ländlichen Raum ist hingegen mit hohen pro Kopf-Kosten für diese Hauptsammelkanäle zu rechnen, da einerseits die Distanzen von ländlichen Siedlungsgebieten zur ARA grösser sind und weniger Einwohner angeschlossen sind.
- **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. Zu erwähnen ist, dass die ganz kleinen ARAs (< 200 E) von den Abgaben zur Elimination von Mikroverunreinigungen befreit sind.

e) Welche weiteren Einflussfaktoren beeinflussen 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. Allerdings kann eine Gemeinde beim Wegzug oder der Schliessung einer Industrie auch auf ihrer überdimensionierten ARA sitzenbleiben.

- **Nähe einer Grosskläranlage:** Für Mittel- und Nebenzentren oder ländliche Gemeinden 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. Oft 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:** Je nach Klärschlammbehandlung (Verbrennung, mit/ohne vorgängiger Phosphorrückgewinnung) können unterschiedliche Kosten anfallen.
- **Überregionale gewässerschutzpolitische Zielsetzungen:** Aus gewässerschutzpolitischer Sicht soll beispielsweise der Stickstoffeintrag und die Mikroverunreinigung in die Gewässer reduziert werden. Die Kläranlagen sollen dabei ihren Teil zur Reduktion der Stickstofffrachten und Mikroverunreinigungen beitragen. Aus wirtschaftlichen Überlegungen werden nur von den grösseren Kläranlagen eine möglichst umfassende Stickstoffreduktion und eine Reduktion der Mikroverunreinigung verlangt. Dies verursacht Zusatzkosten bei den grossen Kläranlagen, wobei zumindest ein Teil durch Beiträge gedeckt werden. Die kleineren Kläranlagen können dafür auf weitergehende Massnahmen verzichten und werden teilweise zur Mitfinanzierung der Beiträge an die grösseren Anlagen in die Pflicht genommen.

7.2.2 Gesamtschweizerische Durchschnittskosten für die Abwasserentsorgung (Top Down Ansatz)

Die jährlichen Gesamtkosten für Abwasserentsorgung betragen 2.2 Mrd. CHF. Davon machen die jährlichen Kosten für die Abwasserreinigung (ARA) 45% (1.0 Mrd. CHF) und die für die Abwasserableitung (Kanal) 55% aus (1.2 Mrd. CHF). Der Wiederbeschaffungswert für die öffentliche Abwasserinfrastruktur beträgt 80 Mrd. CHF. Pro Einwohner entspricht dies einem Anlagenwert zu Wiederbeschaffungskosten von rund 10'000 CHF.

Abbildung 7-11: Jährliche Kosten der Abwasserentsorgung für die Schweiz

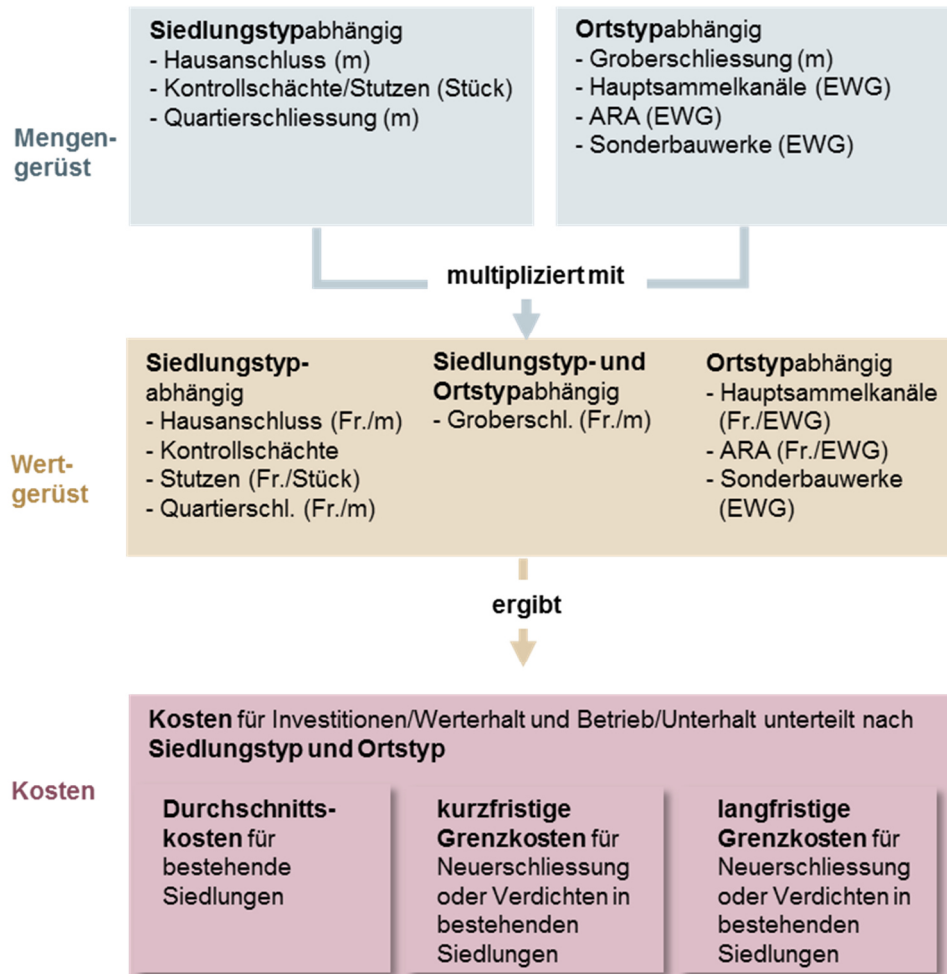
Kosten	ARA [Mio. CHF/ Jahr]	Kanal [Mio. CHF / Jahr]
Personalkosten	170	115
Sachkosten	317	199.
Betriebskosten	487	314
Kalk. Abschreibungskosten	414	830
Zinskosten	68	64
Kapitalkosten	482	893
Total	1'000	1'200
Jährliche Gesamtkosten		2'200

Quelle: VSA / OKI (2011), Kosten und Leistungen der Abwasserentsorgung, Datenerhebung 2010.

7.2.3 Normkostenansatz

Der in Abbildung 7-12 grobschematisch dargestellte Normkostenansatz wird gemäss den obigen Ausführungen im Abwasserbereich konkretisiert. Die Abbildung 7-12 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.

Abbildung 7-12: Normkostenansatz Abwasserentsorgung



Legende: m: Meter
EWG: Einwohnergleichwert

Durchschnittskosten, kurzfristige und langfristige Grenzkosten

Für die Analyse unterscheiden wir zwischen Durchschnittskosten für bestehende Siedlungen, kurzfristige und langfristige Grenzkosten für neue Siedlungen:

- Die **Durchschnittskosten** entsprechen den Gesamtkosten der Abwasserentsorgung pro Wohneinheit bzw. pro Einwohner. 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 kurzfristiger Sicht zusätzlich anfallenden Kosten eruiert:

- *Investitionen/Werterhaltung*: Zusätzliche Investitionen sind in jedem Fall für den Hausanschluss nötig. Wird ein ganzes Quartier neu erschlossen, ist zusätzlich die nötige Groberschliessung notwendig.
- *Betrieb/Unterhalt*: Hausanschlüsse, Groberschliessung und evtl. Zuleitungen sind auch zu betreiben und zu unterhalten. Bei den regionalen Hauptsammelkanälen fallen kurzfristig keine zusätzlichen Kosten an. Der erhöhte Schmutzwasser- und Schlammanfall 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 unter den Durchschnittskosten, da nur ein Teil der Betriebskosten von der Schmutzwassermenge bzw. dem Schlammanfall abhängig ist. Folgende Annahmen zur Bestimmung der kurzfristigen Grenzkosten wurden getroffen:
 - ARA (inkl. Schlamm Entsorgung): Die kurzfristigen Grenzkosten bei der ARA und der Schlamm Entsorgung betragen die Hälfte der Sachkosten in den ARAs, was rund 33% der Durchschnittskosten entspricht
 - Sonderbauwerke: Für die Sonderbauwerke (bspw. Regenbecken, Pumpstationen usw.) wurde derselben kurzfristige Grenzkostenansatz gewählt wie für die ARAs (33% der Durchschnittskosten).
- Die **langfristigen Grenzkosten** sind die zusätzlichen Kosten, die durch die Neubesiedlung in langer Sicht anfallen. Wir gehen hier von der Annahme 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, Quartierserschliessung).
 - *Investitionen/Werterhalt ARA*: 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 Besiedlung. Folgende Annahmen zur Bestimmung der langfristigen Grenzkosten wurden getroffen:
 - ARA (inkl. Schlamm Entsorgung): Die langfristigen Grenzkosten bei der ARA und der Schlamm Entsorgung betragen 80% der Durchschnittskosten. Die Grenzkosten wurden aus der Durchschnittskostenkurve gemäss Fussnote 61 geschätzt (erste Ableitung). Die Grenzkosten betragen für ARAs grösser 1000 EWG rund 80% der Durchschnittskosten – dies gilt auch für grössere ARAs.
 - Sonderbauwerke: Für die Sonderbauwerke (bspw. Regenbecken) wurde derselbe langfristige Grenzkostenansatz gewählt wie für die ARAs (80% der Durchschnittskosten).

- *Investitionen/Werterhalt Grobverteilung und Hauptsammelkanäle*: Die Neubesiedlung hat Konsequenzen auf die Dimensionierung der Kanäle. Die langfristigen Grenzkosten schätzen wir auf Basis der Grafik in Fussnote 57 auf grob 130 CHF pro Meter (Verlegetiefe 2.50m). Die langfristigen Grenzkosten betragen also in etwa 3% bis 10% der Durchschnittskosten (in Abhängigkeit des durchschnittlichen Kanaldurchmessers und damit grob auch in Abhängigkeit des Ortstyps).
Zu beachten ist, dass bei der «Neuerschliessung» zusätzliche Groberschliessung erstellt werden muss.
- *Betrieb und Unterhalt*: Beim Betrieb und Unterhalt sind langfristig mehr oder weniger alle Kostenfaktoren zu berücksichtigen. Es wird davon ausgegangen, dass der Betrieb und Unterhalt der regionalen Hauptsammelkanäle 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 Schlamm anfall neuer Siedlungen beeinflusst. Folgende Annahmen wurden getroffen:
 - ARA (inkl. Schlamm Entsorgung): Die langfristigen Grenzkosten für Betrieb und Unterhalt bei der ARA und der Schlamm Entsorgung betragen 80% der Durchschnittskosten.⁴⁴
 - Sonderbauwerke: Für die Sonderbauwerke (bspw. Regenbecken) wurde derselbe langfristige Grenzkostenansatz gewählt wie für die ARAs (80% der Durchschnittskosten).

Die nachfolgende Abbildung zeigt, welche Elemente der Durchschnittskosten für die Berechnung der kurzfristigen und langfristigen Grenzkosten relevant sind. Weiter zeigt die Abbildung die Kostenelemente, die im Falle einer Verdichtung/Auffüllen relevant sind. Hier gehen wir davon aus, dass die Grob- und Quartierschliessung bereits vorhanden ist (vgl. Abbildung 7-13).

⁴⁴ Die Grenzkosten wurden aus der Durchschnittskostenkurve gemäss Fussnote 66 geschätzt (erste Ableitung).

Abbildung 7-13: Durchschnittskosten vs. kurz- und langfristige Grenzkosten bei der Abwasserentsorgung

	Durchschnittskosten bestehende Gebiete	kurzfristige Grenzkosten		Langfristige Grenzkosten	
		"Verdichten / Auffüllen"	"Neuerschliessung"	"Verdichten / Auffüllen"	"Neuerschliessung"
Investitionen / Werterhaltung					
Innere Erschliessung					
- Hausanschlüsse					
- Kontrollschächte/-Stutzen					
- Quartierserschliessung					
Äussere Erschliessung					
- Groberschliessung				3-10%	
- Verbandskanäle				3-10%	3-10%
- ARA				80%	80%
- Sonderbauwerke				80%	80%
Betrieb / Unterhalt					
Innere Erschliessung					
- Hausanschlüsse					
- Kontrollschächte/-Stutzen					
- Quartierserschliessung					
Äussere Erschliessung					
- Groberschliessung					
- Verbandskanäle					
- ARA		33%	33%	80%	80%
- Sonderbauwerke		33%	33%	80%	80%

Legende:

- Grenzkosten = Durchschnittskosten
- 80% Grenzkosten > 50% der Durchschnittskosten
- 10% Grenzkosten < 50% der Durchschnittskosten

7.2.4 Mengengerüst

a) 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 Quartierserschliessung) sind zusätzlich Kontrollschächte oder Kontrollstutzen vorzusehen. Kontrollstutzen sind nicht begehbar, ermöglichen aber die Kanalreinigung und eine visuelle Kontrolle der Kanalisation.

Die nachfolgende Abbildung 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 «Quartierserschliessung» in den Längenangaben für die Hausanschlüsse enthalten.

Abbildung 7-14: Innere Erschliessung Kanalisation⁴⁵

	Streu- sied- lung S1	EFH S2	Reihen- EFH S3	Wohn- block 3G S4	Wohn- block 5G S5	Hoch- haus S6
Hausanschluss [m]	50	70	60	50	50	0
Hausanschluss (Inhouse) [m]	0	0	170	235	235	60
Quartierserschliessung [m]	0	160	0	0	0	100
Kontrollschächte, Kontrollstutzen [Stück]	2	12	22	5	5	8

b) Äussere Erschliessung

Groberschliessung

Als Groberschliessung bezeichnen wir das Kanalnetz, welches zur Erschliessung von einzelnen Quartieren (Siedlungstypen) dient. Die Länge der Groberschliessung wurde so gewählt, dass die empirisch beobachtete durchschnittliche Kanalnetzlänge reproduziert werden konnten.

Abbildung 7-15: Länge Groberschliessung in Metern

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
GrossZen	90	90	90	90	90	90
MNZen	90	90	90	90	90	90
Gürtel	130	130	130	130	130	130
LandGem	135	135	135	135	135	135

Für die äussere Erschliessung wird ein Abgleich auf die tatsächlich beobachteten empirischen Kanallängen vorgenommen. Die Ergebnisse nach Ortstyp sind in der nachstehenden Abbildung zusammengefasst. Der Vergleich der berechneten spezifischen Kanallängen (Modellergebnisse) mit den spezifischen Leitungslängen von 339 Berner zeigt, dass mit den gewählten Vorgaben zur Berechnung der Länge des Groberschliessungsnetzes die beobachteten spezifischen Kanallängen reproduziert werden können.

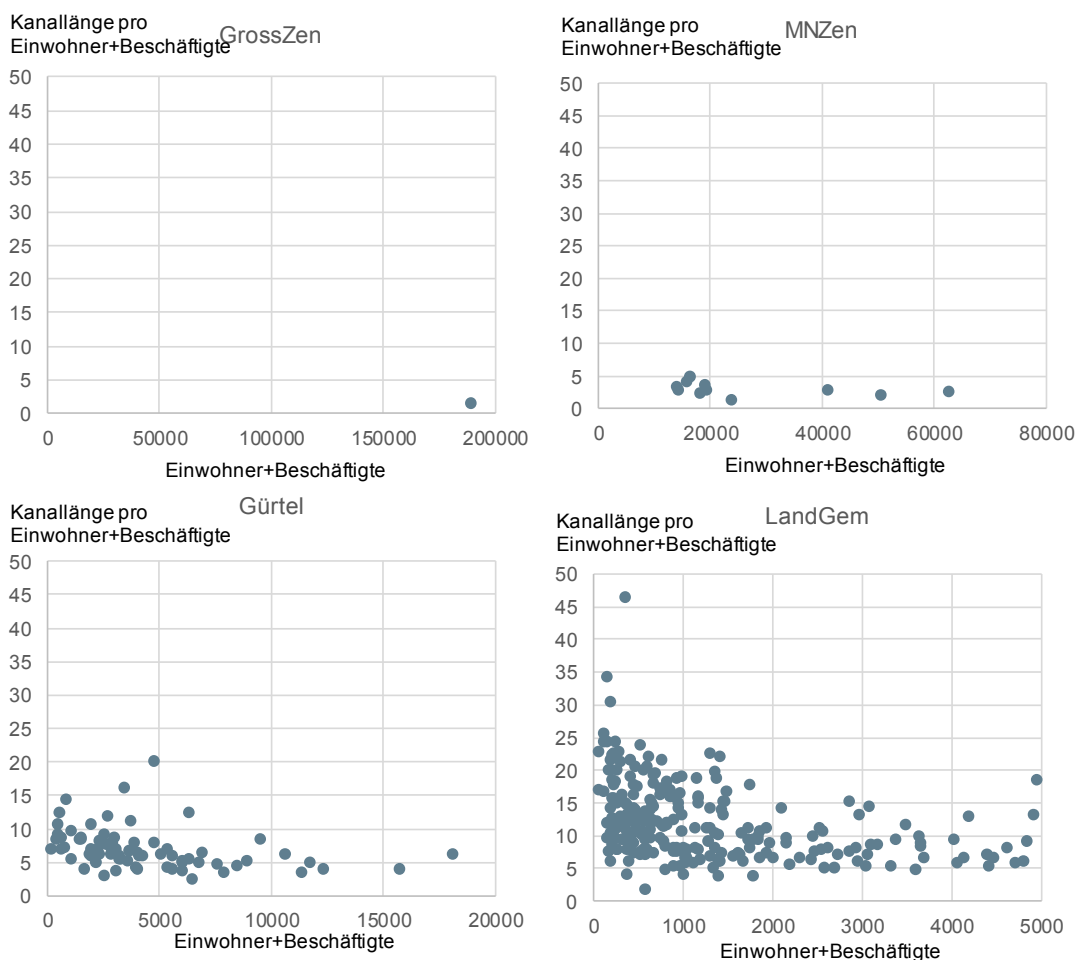
⁴⁵ Die Längen entsprechen den Planangaben gemäss Abbildung 7-3 bis Abbildung 7-8.

Abbildung 7-16: Länge des Kanalnetzes (Quartierserschliessung, Groberschliessung) nach Ortstypen (Modellergebnisse und Vergleich mit empirischen Daten) in Metern

Länge pro Einwohner und Beschäftigte [m / Einw + 0.5*Besch]	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Modellergebnisse	1.5 m	2.9 m	6.1 m	9.5 m
Mittelwert aus Berner (339 Gemeinden)	1.5 m (1 Gde)	2.8 m (11 Gden)	6.1 m (73 Gden)	9.6 m (254 Gden)

Die nachfolgende Abbildung zeigt weiter, dass die «Streubreite» relativ gross ist und sich vor allem bei den kleineren Gemeinden grosse Unterschiede ergeben. Der nachfolgende Exkurs «Länge des Kanalnetzes» zeigt aber, dass mit der Gemeindegrösse (Einwohner und Beschäftigte) und der Siedlungsdichte die Länge des Kanalnetzes relativ gut erklärt werden kann.

Abbildung 7-17: Beobachtete spezifische Kanallängen (Quartier- und Groberschliessung) für 339 Berner Gemeinden



Anmerkung: Die Beschäftigten sind zu 50% gewichtet und es werden nur die Beschäftigten im 2. und 3. Sektor berücksichtigt.

Exkurs: Länge des Kanalnetzes (Quartier- und Groberschliessung)

Die Länge des Kanalnetzes ist einerseits abhängig von der Grösse und der Siedlungsstruktur der Gemeinde, andererseits bestimmen aber auch andere Faktoren wie Topografie usw. eine grosse Rolle. Es stellt sich die Frage, ob die Gemeindegrösse und ihre Siedlungsstruktur tatsächlich die dominierenden Einflussfaktoren zur Erklärung der Kanalnetzlänge sind. Dazu haben wir eine multivariate OLS-Schätzung durchgeführt:

Zu erklärende Variable:

- KNV: Länge des Kanalnetzes (exkl. Hausanschlüsse) für 339 Berner Gemeinden in Metern

Erklärende Variablen:

- EINW+BESCH: Anzahl angeschlossene Einwohner und die Beschäftigten aus dem 2. und 3. Sektor (gewichtet um den Faktor 0.5)

- $(\text{EINW}+\text{BESCH})/\text{AREAL}$: Siedlungsdichte berechnet aus Gebäudeareal (gesamtes Gebäudeareal für Wohnen, Arbeiten, öffentliche Bauten, Landwirtschaft und nicht näher spezifiziertes Gebäudeareal)⁴⁶ sowie den Einwohner und Beschäftigten (gewichtet um den Faktor 0.5) in Einwohner+Beschäftigte pro Hektare.
- LG: Dummy für ländliche Gemeinden (LandGem)

Es wurden verschiedene Modelle (logarithmiert, nicht logarithmiert, Gewichtung der Beschäftigten, Kreuztherme usw.) getestet. Das beste Modell (höchstes adjustiertes Bestimmtheitsmass) ist beidseitig logarithmiert:

$$\log(\text{KNV}) = \log(\text{EINW}+\text{BESCH}) + (\text{EINW}+\text{BESCH})/\text{AREAL} + \text{LG} \cdot \log(\text{EINW}+\text{BESCH})$$

Wie die Schätzergebnisse in der nachfolgenden Abbildung zeigen, ist der Erklärungsgehalt mit einem adjustierten Bestimmtheitsmass von 0.85 relativ hoch. Sowohl die Grösse der Gemeinde – gemessen als Summe von Einwohner und der Hälfte der Beschäftigten – als auch die Siedlungsdichte sind hochsignifikante Erklärungsvariablen für die Kanalnetzlänge. Weiter zeigt sich, dass die Kanalnetzlängen der ländlichen Gemeinden leicht stärker geprägt werden durch die Gemeindegrösse als in den restlichen (grösseren) Gemeinden. Der vorgeschlagene Normkostenansatz, der auf Einwohner und Siedlungsdichte basiert, benutzt somit zur Berechnung der kommunalen Kanalnetzlängen die relevantesten Einflussfaktoren (Einwohner und Siedlungsdichte). Allerdings erlaubt der Normkostenansatz keinen direkten Rückschluss auf die Kanalnetzlänge einzelner, spezifischer Gemeinden, da mit dem Normkostenansatz durchschnittliche Längen und Kosten berechnet werden.

Abbildung 7-18: Multivariate OLS für die Schätzung der Kanallänge für 339 Berner Gemeinden (exkl. Hausanschlüsse)⁴⁷, N = 339.

	<i>Koeffizienten</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>t-Statistik</i>	<i>P-Wert</i>
Schnittpunkt	3.737245	0.145058	25.8	0.0000 ***
$\log(\text{EINW}+\text{BESCH})$	0.828995	0.022443	36.9	0.0000 ***
$(\text{EINW}+\text{BESCH})/\text{AREAL}$	-0.010661	0.001643	-6.5	0.0000 ***
$\text{LG} \cdot \log(\text{EINW}+\text{BESCH})$	0.012754	0.007711	1.7	0.0990 *
Signifikanzniveaus: *** < 1%; ** < 5%; * < 10%				
Adjustiertes Bestimmtheitsmass	0.85			

Sammelkanäle und ARA-Zubringerleitungen

Alle gemeindeeigenen Sammelkanäle und ARA-Zubringerleitungen sind in der Groberschliessung bereits enthalten. Nicht enthalten sind die regionalen Hauptsammelkanäle. Dies sind in der Regel ARA-Zubringerleitungen von der Gemeinde zur Verbandskläranlage. Die Kosten für

⁴⁶ Hektardaten basierend auf BFS, Arealstatistik 2004/09, und swisstopo swissBoundaries3D, bearbeitet durch ARE, Stand 1.1.2015 sowie Gemeindetypologie ARE, Stand 1.1.2015.

⁴⁷ Die Abbildung basiert auf Daten des Kantons Bern.

die regionalen Hauptsammelkanäle werden aus den für den Kanton Bern im Rahmen des Vollzugskonzepts Siedlungsentwässerung (VOKOS) erhobenen Daten direkt als Kosten in CHF/EWG berücksichtigt.

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.

Abbildung 7-19: ARA-Grösse und Sonderbauwerke

	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
ARA [EWG]	350'000	80'000	80'000	7'000
Sonderbauwerke [EWG]	350'000	80'000	80'000	7'000

Das **Grosszentrum** wird an zwei Grosskläranlagen angeschlossen. Neben den Einwohnern sind selbstverständlich auch Industrie und Gewerbe an die Kläranlage angeschlossen. Wir gehen davon aus, dass die Grosskläranlage zu 80% häusliches und zu 20% betriebliches Abwasser klärt. Die Grosskläranlage auf eine Grösse von 350'000 so genannten Einwohnergleichwerten dimensioniert.

Bei den **Mittel- und Nebenzentren** gehen wir davon aus, dass diese eine Kläranlage betreiben und verschiedene Anrainergemeinden ebenfalls in diese Kläranlage entwässern. Die ARA wurde auf 80'000 Einwohnergleichwerte dimensioniert.⁴⁸

Der **Gürtel der Gross- und Mittelzentren** entwässert in der Regel entweder in die ARA des Gross- oder des Mittel- und Nebenzentrums. Wir gehen hier davon aus, dass der Gürtel an die ARA des Mittel- und Nebenzentrums angeschlossen ist.

Die **ländliche Gemeinde** wird zusammen mit mehreren ländlichen Gemeinden an eine zentrale Kläranlage angeschlossen. Die Kläranlage hat dabei annahmegemäss eine Grösse von rund 7'000 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.

⁴⁸ Entspricht den durchschnittlichen Einwohnergleichwerten z.B. der Gemeinden/Verbände Region Laupen (ARA Sensetal) oder Region Langenthal (ARA ZALA). Die Mittel- und Nebenzentren entwässern normalerweise in die städtische ARA und wären somit an eine grössere ARA angeschlossen, was hier nicht berücksichtigt wird.

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 werden wir im Wertgerüst berücksichtigen.

7.2.5 Wertgerüst

a) Innere Erschliessung

Investitionskosten

Vorbemerkung: Gemäss der neuen Entwässerungsphilosophie soll nur noch Schmutzwasser in die Kanalisation eingeleitet werden. Das nicht verschmutzte Regenwasser (beispielsweise Dachwasser) soll möglichst umfassend von der Kanalisation ferngehalten und versickert werden. Da die Versickerung fallspezifisch zu beurteilen ist, kann sie im Rahmen dieser Studie nicht betrachtet werden, obwohl sie kostenmässig relevant ist.⁴⁹ Auch eine Unterscheidung zwischen Misch- und Trennsystem können wir im Rahmen dieser Studie nicht vornehmen.⁵⁰

Die innere Erschliessung setzt sich zusammen aus dem Hausanschluss (gemäss obiger Bemerkung nur für Schmutzwasser), den Kontrollschächten bzw. Kontrollstutzen und der Quartierserschliessung. Die nachfolgende Abbildung zeigt die unterstellten Werte.⁵¹

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 Quartierserschliessung. Im Weiteren wird unterstellt, dass die sehr kurze Quartierserschliessung mit relativ geringen Leitungsdurchmessern an eine Mischkanalisation angeschlossen wird.

⁴⁹ Gemäss Katrin (2011) ist mit durchschnittlichen Kosten von 26 CHF/m² (Bandbreite von 1.5 bis 84 CHF/m²) zu rechnen.

⁵⁰ Die Investitionskosten für ein Trennsystem sind aufgrund des Einbaus zweier Leitungen und dementsprechend grösserem Aushub teurer. Grundsätzlich wurde bei den Annahmen zu den Normkosten von einem Mischsystem ausgegangen.

⁵¹ Die Werte stammen aus einer Kostenzusammenstellung des GSA des Kantons Bern.

Abbildung 7-20: Investitionskosten innere Erschliessung

		S1	S2	S3	S4	S5	S6
Hausanschluss ⁵²	CHF/m	250	250	300	300	300	
Hausanschluss (Inhouse)	CHF/m			100	100	100	120
Quartiererschliessung	CHF/m		380				500
Kontrollschächte Strasse ⁵³	CHF/Stück	2'700	2'700	2'700	2'700	2'700	2'700
Kontrollstützen Inhouse	CHF/Stück	400	400	400	400	400	400
Durchschnittliche Kosten für Kontrollschächte/-stützen	CHF/Stück	1'550	590	500	860	860	690

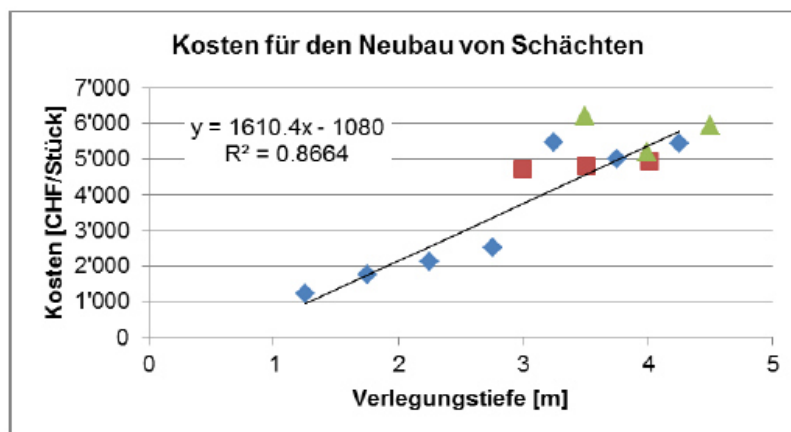
⁵² Die Kosten für einen Hausanschluss betragen im Durchschnitt 250 CHF / m. Diese Annahme wird für die Siedlungstypen S1 und S2 verwendet. Die Hausanschlusskosten für die weiteren Siedlungstypen wird mit einem Faktor berechnet: S3 / S4 / S5: 1.2 * 250 CHF / m und S6: 1.4 * 250 CHF / m.

Table 5: Kosten für einen Hausanschluss (HBT 2012; Berechnungsdatei [2]).

Zusammenfassung Hausanschluss			
	Min	Max	
Rohre			
Richtpressung mit Rohreinzug	167.5	197.5	/m
Schutzrohr	8	11	/m
Tot:	175.5	208.5	/m
Zusatz			
Mini Twinny	1500	1500	pl
Orten von Werkleitungen	0	200	/h
Wanddurchbruch	0	300	/Stk.
Länge Hausanschluss (Schätzung Maurer)	Min	Max	
	20	50	m
Totale Kosten Hausanschluss	5'010	12'425	CHF/Stk.
Quelle: HBT_2012			

⁵³ Die Kosten für den Neubau von Kontrollschächten betragen bei einer Tiefe von 2m 2'000 CHF / Stück und bei einer Tiefe von 3m 3'000 CHF / Stück.

Abbildung: Kosten für den Neubau von Schächten



Quelle: eawag (2015), Selected Prices and Costs for Swiss Urban Water Infrastructure, S. 13.

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. Inhouse erfolgt die Kontrolle mittels Kontrollstutzen, die wesentlich günstiger sind als die Kontrollschächte.

Nutzungsdauern

In der Praxis wird für die Freispiegelleitungen und Kontrollschächte eine Nutzungsdauer von 50 bis 100 Jahren angenommen.⁵⁴ 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.

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.⁵⁵

⁵⁴ vgl. bspw. BVE (1997), Seite 85.

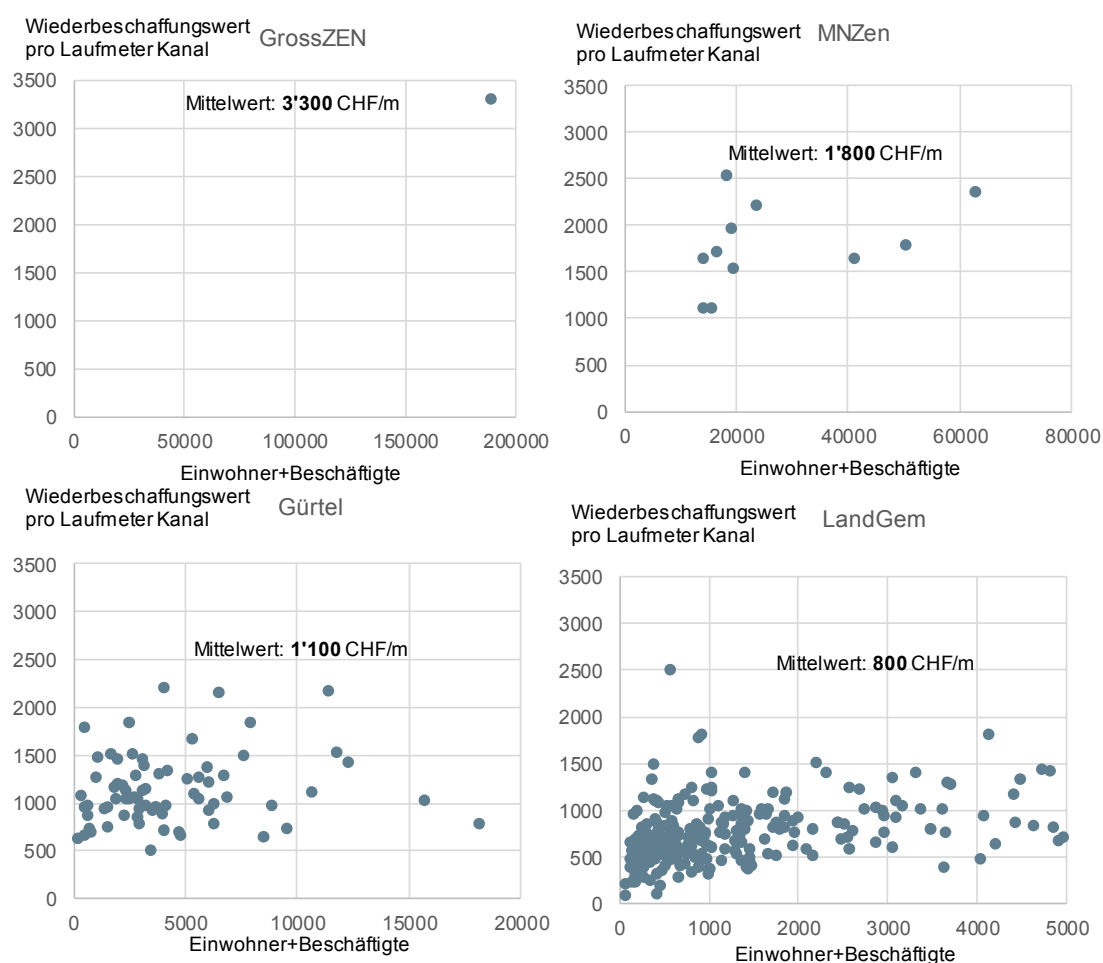
⁵⁵ Gemäss Expertenbefragung. Nach VSA / OKI (2011), Kosten und Leistungen der Abwasserentsorgung belaufen sich die Betriebskosten pro Laufmeter und Jahr bis 50'000 EW auf 4 CHF und ab 50'000 EW auf 8 CHF.

b) Äussere Erschliessung

Investitionskosten Groberschliessung

Die Kosten der Groberschliessung unterscheiden sich stark von Gemeinde zu Gemeinde. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Zusammenhang zwischen der Gemeindegrösse und den spezifischen Kanalkosten nach den vier Ortstypen.⁵⁶ Der Mittelwert entspricht dem berechneten Durchschnitt für die vier Ortstypen.

Abbildung 7-21: Wiederbeschaffungswert der Kanalisation, in CHF/m
(X-Achse = Einwohner + 0.5 * Anzahl Beschäftigte)

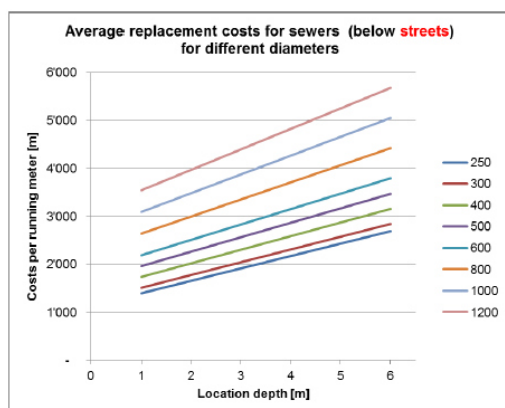


⁵⁶ Die Abbildung basiert auf Daten des Vollzugskonzepts Siedlungsentwässerung (VOKOS) des Kantons Bern. Es wurden 339 Gemeinden berücksichtigt (Gemeinden mit mehr als 100 angeschlossenen Einwohnern und eine Kanallänge von über 1000 m).

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 Grosszentren und dem Gürtel. Die Werte wurden so kalibriert, dass sich die aus der obigen Abbildung ableitbaren Durchschnittswerte pro Ortstyp errechnen liessen.⁵⁷

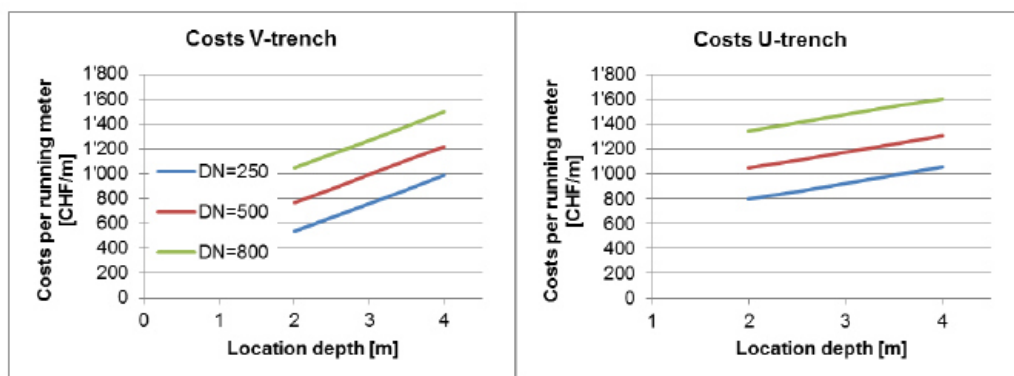
⁵⁷ Für die Kanalkosten wurden je nach Nennweite der Rohre folgende Werte eingesetzt: Nennweite 200: 800 CHF/m, Nennweite 500: 1'350 CHF/m, Nennweite 800: 1'800 CHF/m, Nennweite 1'000: 2'150 CHF/m, Nennweite 1'400: 2'800 CHF/m. Die Unterschiede in den Ortstypen ergeben sich aufgrund der unterschiedlichen Kosten für die Grabarbeiten. Die Kalibrierung ergab folgende Werte für den «Bauschwierigkeitsgrad» für Grabarbeiten (ausgedrückt in Prozent der Kosten in Randgemeinden): Randgemeinden: 100%, Zentrumsgemeinden 130%, Agglomeration 160%, Stadt 330%. Dieser «Bauschwierigkeitsgrad» beinhaltet also alle Kostenunterschiede, die sich nicht aus der unterschiedlichen Dimensionierung der Leitungen ergeben.

Abbildung: Wiederbeschaffungswert der Kanalisation für verschiedene Durchmesser und Tiefe unter der Strasse



Quelle: eawag (2015), Selected Prices and Costs for Swiss Urban Water Infrastructure, S. 2.

Abbildung: Grabungskosten für verschiedene Durchmesser und Tiefe unter der Strasse



Quelle: eawag (2015), Selected Prices and Costs for Swiss Urban Water Infrastructure, S. 15.

Abbildung 7-22: Investitionskosten Kanalisation Groberschliessung (in CHF / m)

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Durchschnitt
GrossZen	1'150	1'940	2'590	3'100	3'100	4'030	3'300
MNZen	520	880	1'170	1'390	1'390	1'820	1'160
Gürtel	720	1'210	1'610	1'920	1'920	2'510	1'790
LandGem	470	800	1'060	1'270	1'270	1'660	1'000

Investitionskosten regionale Hauptsammelkanäle, ARA und Sonderbauwerke

Für die regionalen Hauptsammelkanäle⁵⁸, Abwasserreinigungsanlagen und Sonderbauwerke⁵⁹ wurden die Kosten pro Einwohnergleichwert (EWG) gemäss den vorliegenden Daten des Vollzugskonzepts Siedlungsentwässerung (VOKOS) des Kantons Bern bestimmt. Es wurde mit folgenden Werten gerechnet:

⁵⁸ Meist sind dies Zubringerkanäle zur Abwasserreinigungsanlage.

⁵⁹ Dies umfasst die Sonderbauwerke (Hochwasserentlastungen, Regenüberlaufbecken, Regenrückhaltebecken, Pumpwerke, Messstellen) auf Verbandsebene.

Abbildung 7-23: Investitionskosten regionale Hauptsammelkanäle, ARA, Sonderbauwerke

		GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Regionale Hauptsammelkanäle ⁶⁰	CHF/EWG	25	130	600	2'100
Abwasserreinigungsanlage ⁶¹	CHF/EWG	600	800	800	1'300
Sonderbauwerke (Regenüberlaufbecken RÜB) ⁶²	CHF/EWG	5	30	160	400

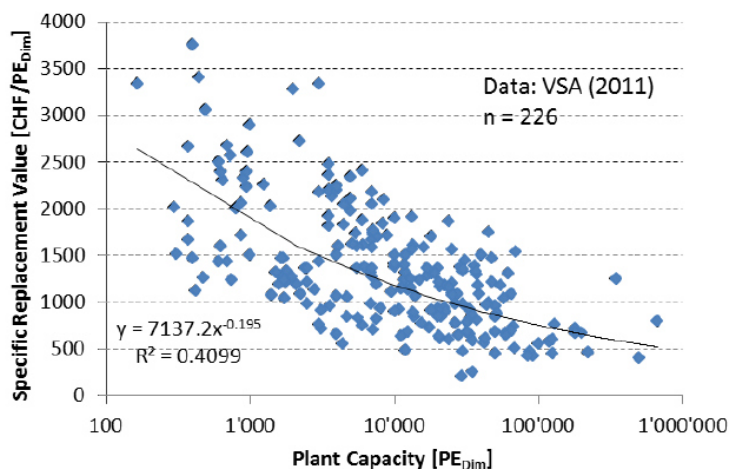
Nutzungsdauern

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.

⁶⁰ Auswertung der VOKOS-Daten des Kantons Bern.

⁶¹ Der folgenden Abbildung können die Wiederbeschaffungskosten für die ARA je nach ARA-Grösse entnommen werden. In einem Grosszentrum beträgt die ARA-Grösse gemäss Abbildung 7-19 auf Seite 77 ca. 350'000 EWG. Aus der folgenden Abbildung lässt sich bei einer ARA-Grösse (Plant Capacity) von 350'000 EWG ein Wiederbeschaffungswert (Specific Replacement Value) von ca. 600 CHF / EWG ableiten. Bei den Mittel- und Nebenzentren sowie beim Gürtel der Gross- und Mittelzentren wird von einer ARA-Grösse von 80'000 EWG ausgegangen. Gemäss der folgenden Abbildung entspricht dies Wiederbeschaffungskosten von ca. 800 CHF / EWG. Bei der ländlichen Gemeinde beträgt die ARA-Grösse 7'000 EWG, was auf Wiederbeschaffungskosten von 1'300 CHF / EWG schliessen lässt.

Abbildung: Wiederbeschaffungskosten für ARAs

Quelle: eawag (2015), Selected Prices and Costs for Swiss Urban Water Infrastructure, S. 3.

⁶² Auswertung der VOKOS-Daten des Kantons Bern.

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.

Abbildung 7-24: Nutzungsdauer in Jahren

	Nutzungsdauer [Jahre]
Groberschliessung	80
Regionale Hauptsammelkanäle	80
Abwasserreinigungsanlagen (ARA)	33
Sonderbauwerke	50

Quelle: Vokos Bern.

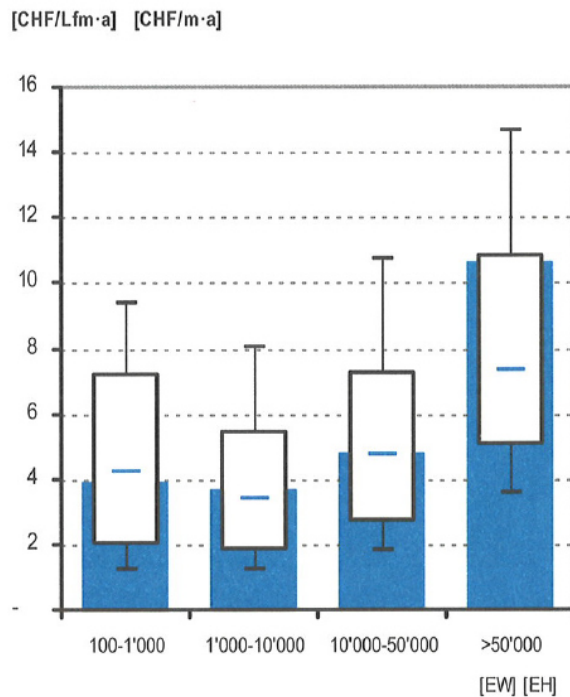
Betrieb und Unterhalt

Für die äussere Erschliessung wurde mit folgenden Kosten gerechnet:

Abbildung 7-25: Betriebs- und Unterhaltskosten für die äussere Erschliessung

		GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Groberschliessung ⁶³	CHF/Meter, Jahr	7	5	4	4
Verbandskanal ⁶⁴	CHF/EWG, Jahr	0.1	0.7	3.0	10.5
ARA ⁶⁵	CHF/EWG, Jahr	30	40	40	60
Sonderbauwerke ⁶⁶	CHF/EWG, Jahr	0.1	0.6	3.2	8.0

⁶³ **Abbildung: Betriebskosten Kanalisation pro Laufmeter**



Anzahl / Nombre	40	111	66	22
--------------------	----	-----	----	----

Quelle: VSA / OKI (2011), Kosten und Leistungen der Abwasserentsorgung, S. 43.

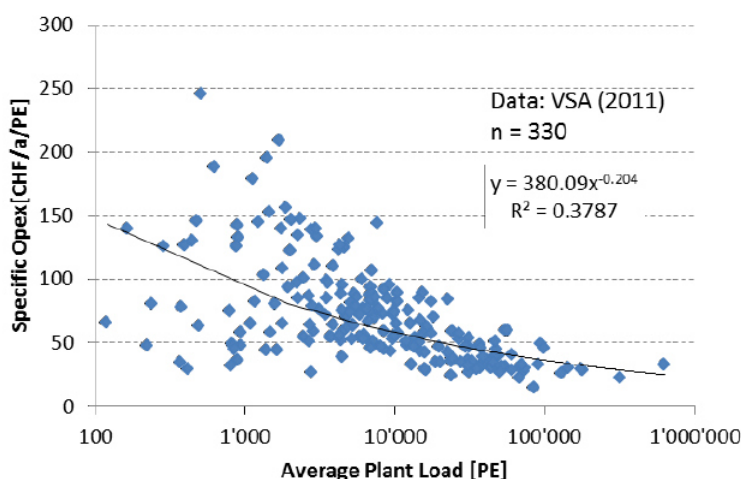
⁶⁴ Die Betriebs- und Unterhaltskosten für die Verbandskanäle betragen 0.5% der Investitionskosten für regionale Hauptsammelkanäle (vgl. Abbildung 7-23).

Zum Betrieb und Unterhalt des Kanalnetzes (Groberschliessung, regionale Hauptsammelkanäle) gehören die Kanalspülung, kleinere Schadenbehebung und Kanalfernsehuntersuchungen. Für die Groberschliessung wurden Betriebs- und Unterhaltskosten von 6 CHF/Meter und Jahr angenommen.⁶⁷

Für die regionalen Hauptsammelkanäle 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.

Die detaillierten Ergebnisse können den Tabellen in Anhang C bzw. Abschnitt 8.1 entnommen werden.

⁶⁵ **Abbildung: Betriebskosten der ARAs**



Quelle: eawag (2015), Selected Prices and Costs for Swiss Urban Water Infrastructure, S. 4.

⁶⁶ Die Betriebs- und Unterhaltskosten für die Sonderbauwerke betragen 2% der Investitionskosten für Sonderbauwerke (vgl. Abbildung 7-23).

⁶⁷ vgl. dazu die Detaildaten im Rahmen der Arbeiten am Sachplan Siedlungsentwässerung des Kantons Bern, VOKOS 2010.

7.3 Wasserversorgung

Über 2'500 Wasserwerke (Gemeinden, Zweckverbände, Genossenschaften) sind in der Schweiz für die öffentliche Wasserversorgung zuständig. Die gesamte Wasserabgabe beläuft sich auf jährlich rund 900 Mio. m³, wovon ca. 730 Mio. m³ verkauft werden.⁶⁸

Der Wiederbeschaffungswert der Trinkwasserversorgungsinfrastruktur beträgt rund 110 Mrd. CHF. Allein der jährliche Erhaltungsbedarf beträgt rund 2.3 Mrd. CHF oder 290 CHF pro Einwohner und Jahr.⁶⁹ Die Kosten der Trinkwasserversorgung sind damit in etwa gleich gross wie diejenigen der Abwasserentsorgung.

7.3.1 Systemgrenzen und Wirkungsmodell

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?

Abbildung 7-26 enthält eine vereinfachte Darstellung einer Wasserversorgung für eine mittel-grosse 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 Grundwasser- (42%) und Quellwasservorkommen (40%) gewonnen. Rund 18% des Trinkwassers stammt aus Seewasser.⁷⁰

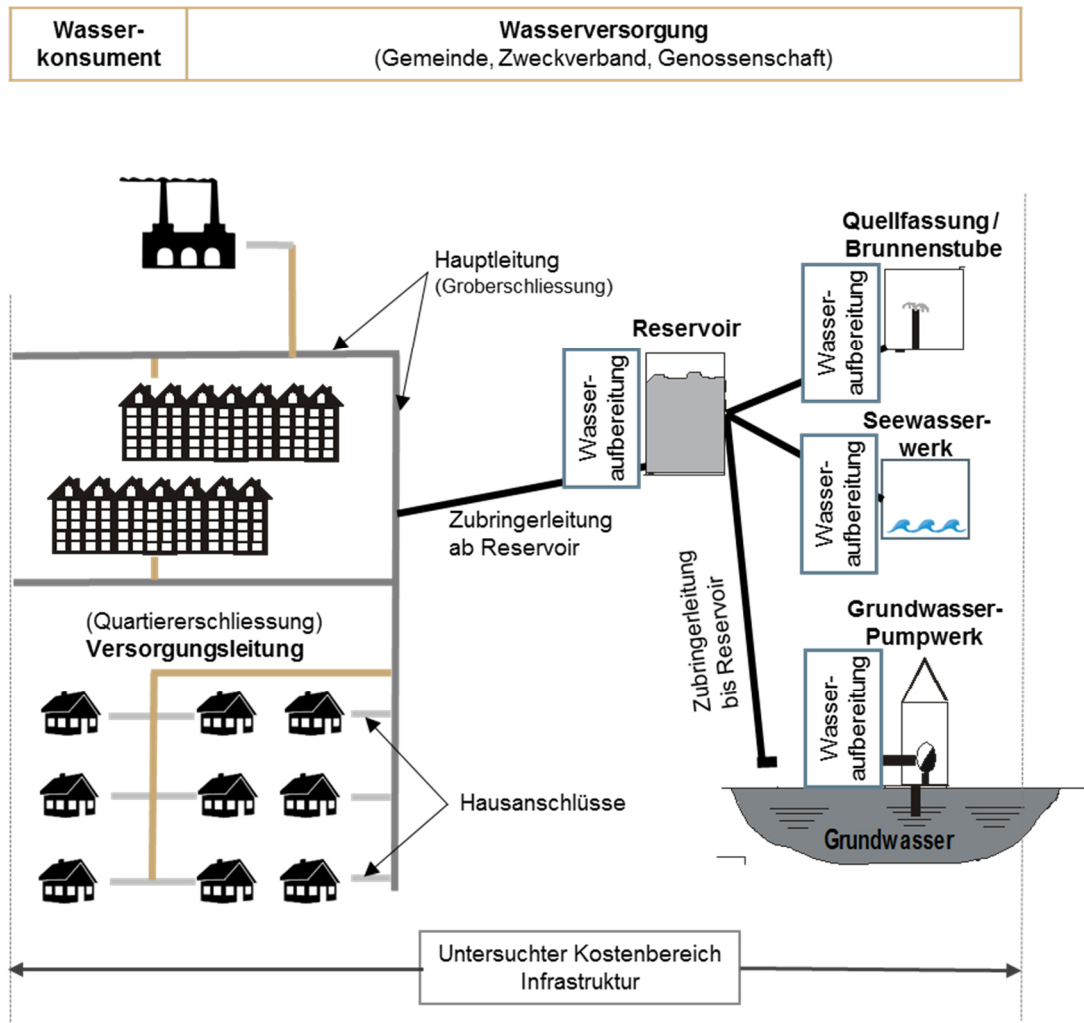
Ein Drittel des Trinkwassers wird nicht behandelt (vgl. Abbildung 7-27), ein Viertel nur einstufig (oft durch UV-Bestrahlung) und 43% mehrstufig, darunter das gesamte Oberflächenwasser (vgl. Abbildung 7-26 und Abbildung 7-27). Die mehrstufige Aufbereitung kann Flockung, Schnellfiltration, Oxidation, Aktivkohlefiltration, Langsamfiltration, Membranfiltration, pH-Korrektur, UV-Bestrahlung, chemische Desinfektion und Netzschutz umfassen.

⁶⁸ SVGW (2015), Statistische Erhebungen der Wasserversorgungen in der Schweiz (Betriebsjahr 2014).

⁶⁹ Schalcher et al. (2011), Was kostet das Bauwerk Schweiz in Zukunft und wer bezahlt dafür? Fokusstudie NFP 54. Tabelle 1, Seite 11.

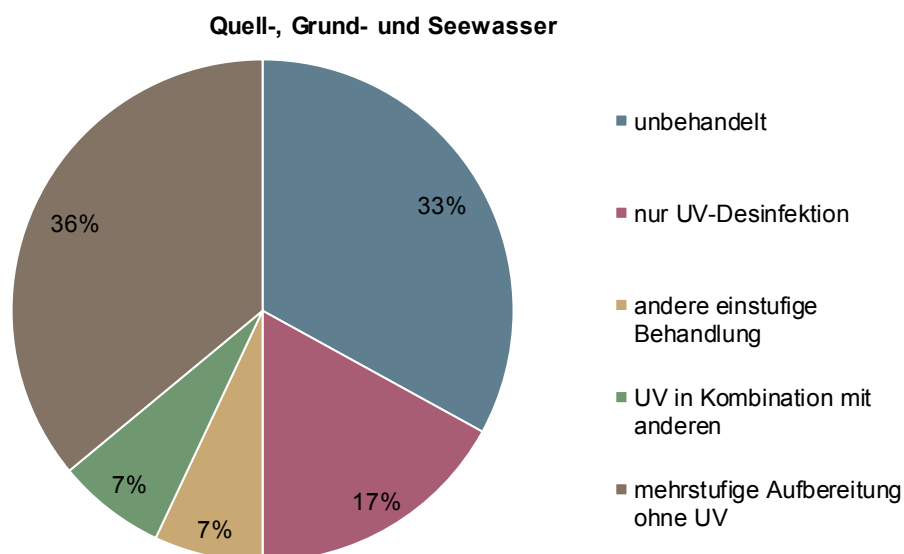
⁷⁰ SVGW (2015), Statistische Erhebungen der Wasserversorgungen in der Schweiz (Betriebsjahr 2014).

Abbildung 7-26: Systemabgrenzung: Untersuchte Kostenbereiche der Wasserversorgung



Bemerkung: Die Hausinstallationen sind nicht Teil des betrachteten Systems.

Abbildung 7-27: Aufbereitung von Trinkwasser für die öffentliche Versorgung: Prozentuale Verteilung der Wassermengen nach Wasserarten



Quelle: SVGW (2015), Für eine sichere und nachhaltige Trinkwasserversorgung. Branchenbericht der schweizerischen Wasserversorgung (Betriebsjahr 2010), S. 14.

- **Kosten des Leitungsnetzes:** Diese Kosten umfassen die Kosten für die Zubringerleitungen (zwischen Fassungsgebiet und Versorgungsgebiet), Hauptleitungen (Groberschliessung innerhalb des Versorgungsgebietes), Versorgungsleitungen (Quartier- oder Feinerschliessung) und Hausanschlüssen. Ebenfalls zu berücksichtigen sind die Kosten für die Hydranten (Löschwasser) und Schieber. 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 den Hausanschluss zu rechnen wie für ein Einfamilienhaus.⁷¹ 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 Abwasserbereich die kleinräumige Erschliessung verstanden. Bei dichter besiedelten Gebieten (beispielsweise Siedlungstyp S4 und S5) 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 Besiedlung (Siedlungstyp S4, S5 und S6) kann teilweise auf Versorgungsleitungen verzichtet werden, weil die Erschliessung direkt via Groberschliessung (Hauptleitungen) wahrgenommen werden kann.
- **Hydranten und Schieber**: Bei dichter Besiedlung müssen pro Wohneinheit weniger Hydranten für die Löschwasserversorgung erstellt werden als bei dünner Besiedlung.

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) Die 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.

⁷¹ Hingegen werden in der Regel stark unterschiedliche Anschlussgebühren verlangt, was hier aber nicht zur Diskussion steht.

- **Länge und Kosten 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 nicht unmittelbar zur Grob- oder Quartierserschliessung, sie liegen ausserhalb der Bauzonen. Im städtischen Raum fallen die Zubringerleitungen im Vergleich zu den übrigen Leitungen kaum ins Gewicht. Im ländlichen Raum hingegen können die Kosten für 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 Einwohner ab. Im Unterschied zum Abwasserbereich kann aber bei den Kosten pro m³ nicht von wesentliche 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 werden mehrere Versorgungsstandbeine angestrebt (z.B. Kombination aus Grund- und Quellwasserfassungen).

In der folgenden Abbildung 7-28 sind für die vier Ortstypen die wichtigsten Annahmen bezüglich Ausstattungsgrad zusammengefasst.

Abbildung 7-28: Ausstattung der Wasserversorgung nach Ortstyp

Ortstyp	Wassergewinnung	Wasseraufbereitung	Leitungsnetz
1: Grosszentrum	Hauptsächlich Grundwasser und Seewasser	– Grundwasser: einstufige Aufbereitung – Seewasser: mehrstufige Aufbereitung	Haupt- und Versorgungsleitungen zum Teil als Ringsystem
3: Mittel- und Nebenzentrum	Hauptsächlich Quellwasser und Grundwasser	– einstufige Aufbereitung	Haupt- und Versorgungsleitungen zum Teil als Ringsystem
2: Gürtel	Hauptsächlich Grundwasser und Seewasser	– Grundwasser: einstufige Aufbereitung – Seewasser: mehrstufige Aufbereitung	Haupt- und Versorgungsleitungen zum Teil als Ringsystem
4: Landgemeinde	Hauptsächlich Quellwasser und Grundwasser	– Oft keine Aufbereitung – sonst: einstufige Aufbereitung	Haupt- und Versorgungsleitungen hauptsächlich als Stichleitungen

e) Welche weiteren Einflussfaktoren beeinflussen 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 oft der Aufwand für das Pumpen, welches bei Grund- oder Seewasserfassungen unumgänglich ist. Auch der Aufwand für die Erstellung einer Brunnenstube ist geringer als für die Einrichtung eines Grundwasserpumpwerks oder eines Seewasserwerks.
- **Qualität des Quell- und Grundwassers:** Die Qualität des gefassten Grund- und/oder Quellwassers bestimmt den Aufwand für die Aufbereitung des Trinkwassers. Wie bereits in Abbildung 7-27 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 Zubringerleitungen. 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 Zubringerleitungen auf einen grösseren Mengenumsatz umgelegt werden können. Dies bewirkt tiefere Kosten pro m³ Wasserverbrauch.

7.3.2 Gesamtschweizerische Durchschnittskosten für die Wasserversorgung (Top Down Ansatz)

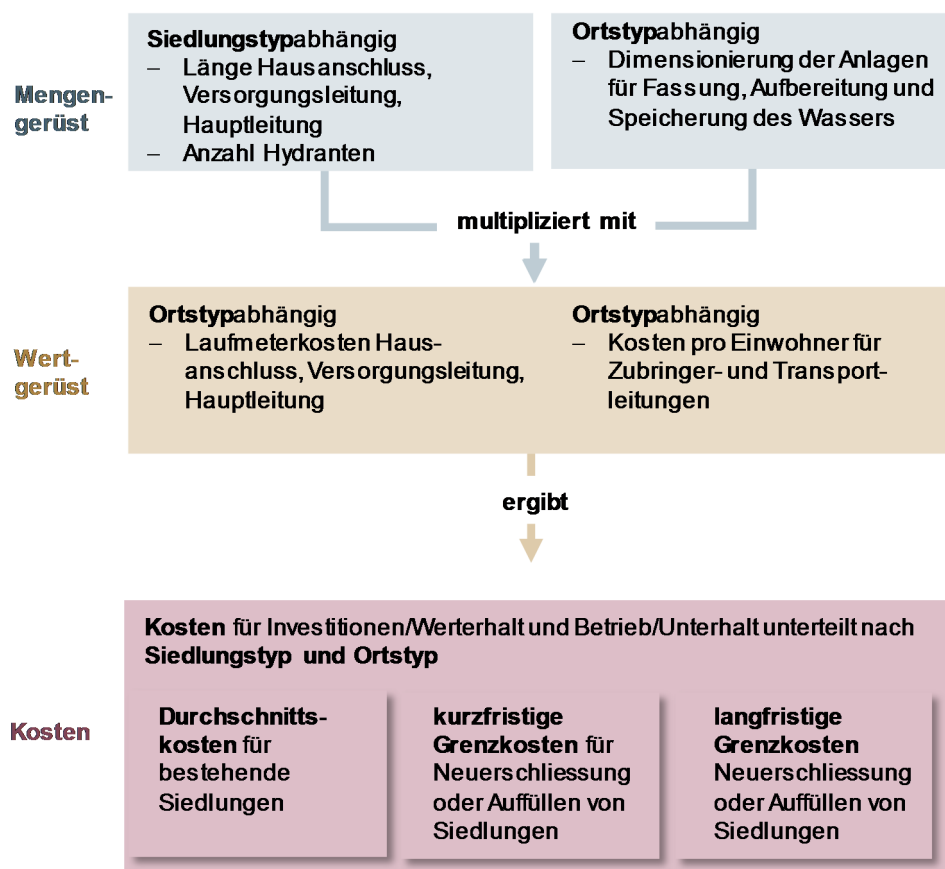
Der Wiederbeschaffungswert für das Jahr 2014 der Wasserversorgungsinfrastruktur ohne Hausanschlussleitungen wird auf 47 Mrd. CHF bzw. 5'750 CHF pro Einwohner geschätzt. Die Wasserverteilung machte mit 78% den grössten Teil der Investitionen aus. Die Betriebs- und Kapitalkosten der Wasserversorgung betragen im Betriebsjahr 2014 1.55 Mia. CHF, d.h. 2 CHF pro fakturiertem Kubikmeter. Der Grossteil der Betriebs- und Kapitalkosten sind Fixkosten. ⁷²

7.3.3 Normkostenansatz

Basierend auf den vorangehenden Ausführungen kann der Normkostenansatz für den Wasserbereich wie folgt konkretisiert werden.

⁷² Vgl. SVGW (2015), Statistische Erhebungen der Wasserversorgungen in der Schweiz (Betriebsjahr 2014).

Abbildung 7-29: Normkostenansatz Wasserversorgung



Durchschnittskosten, kurzfristige und langfristige Grenzkosten

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 Abbildung 7-30):

- Die **Durchschnittskosten** ergeben sich aus den Gesamtkosten der Wasserversorgung pro Wohneinheit bzw. pro Einwohner. 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 Quartiererschliessung sowie der Anschluss an die Groberschliessung und die Errichtung der Groberschliessung selbst erforderlich.

- Bei den Betriebs- und Unterhaltskosten fallen sowohl bei der «Verdichtung» als auch bei der «Neuerschliessung» die Aufwendungen für die Wassergewinnung, für das Reservoir und für die übrigen Kosten der Betriebsführung (Personal, Energie usw.) an. Aus den bestehenden Unterlagen können keine verlässlichen kurzfristigen Grenzkosten berechnet werden. Wir schätzen diese kurzfristigen Grenzkosten für Betrieb und Unterhalt auf rund 40% der durchschnittlichen Betriebs- und Unterhaltskosten.
Bei der «Neuerschliessung» müssen auch die zusätzlichen Kosten für den Unterhalt der Quartierserschliessung sowie der Groberschliessung berücksichtigt werden.
- Die **langfristigen Grenzkosten** setzen sich aus den zusätzlichen Kosten zusammen, die durch die Neubesiedlung oder das Verdichten in langer Sicht anfallen. Wir gehen von der Annahme aus, dass in langer Frist die Dimensionierung der Groberschliessung, der 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, Quartierserschliessung, Anschluss an Groberschliessung, Groberschliessung).
 - Langfristig ist aber auch der Ersatz der Wassergewinnung und der Wasserspeicherung sowie des Zubringerleitungssystems relevant. Diese Anlagen werden in unterschiedlichem Ausmass von der Grösse des Einzugsgebiets bestimmt.
 - Bei der 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. Wir schätzen die langfristigen Grenzkosten bei den Reservoirs auf 65% der Durchschnittskosten.⁷³
 - Bei der Wassergewinnung wächst die Dimensionierung der Anlagen ebenfalls mehr oder weniger proportional mit der gesteigerten Wassernachfrage (durch neue Siedlungen). Empirische Grundlagen für eine verlässliche Schätzung der Grenzkosten liegen nicht vor. Wir schätzen die langfristigen Grenzkosten für die Wassergewinnung auf 80% der Durchschnittskosten (analog zu den langfristigen Grenzkosten bei der Abwasserentsorgung).
 - Bei den Zubringerleitungen ergeben sich die Zusatzkosten aus dem grösser zu dimensionierenden Rohrdurchmesser. Die Gesamtkosten für die Werterhaltung 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 Werterhaltung der Zubringerleitungen deutlich unter den Durchschnittskosten. Wir schätzen langfristigen Grenzkosten für diese Leitungen auf nur gerade 2% der Durchschnittskosten.⁷⁴

⁷³ Die Grenzkosten wurden aus der Durchschnittskostenkurve gemäss Fussnote 93 geschätzt (erste Ableitung).

⁷⁴ Die Grenzkosten wurden aus der Durchschnittskostenkurve gemäss Fussnote 91 geschätzt (erste Ableitung).

- Beim Betrieb und Unterhalt sind ähnlich wie im Abwasserbereich langfristig mit Ausnahme der Installationen für den Hausanschluss (Schieber, Leitung) alle Kostenfaktoren zu berücksichtigen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt, welche Elemente der Durchschnittskosten für die Berechnung der kurzfristigen und langfristigen Grenzkosten relevant sind. Weiter zeigt die Abbildung die Kostenelemente, die im Falle einer Verdichtung/Auffüllen relevant sind. Hier gehen wir davon aus, dass die Grob- und Quartierserschliessung mit zugehörigen Hydranten, Schiebern usw. bereits vorhanden ist (vgl. Abbildung 7-30).

Abbildung 7-30: Durchschnitts- versus kurz- und langfristige Grenzkosten bei der Wasserversorgung

	Durchschnittskosten bestehende Gebiete	kurzfristige Grenzkosten		Langfristige Grenzkosten	
		"Verdichten / Auffüllen"	"Neuer-schliessung"	"Verdichten / Auffüllen"	"Neuer-schliessung"
Investitionen					
Innere Erschliessung					
- Hausanschlüsse (Schieber usw.)	■	■	■	■	■
- Rohrleitung Hausanschluss		■	■		■
- Anschluss an Quartierleitung			■		■
- Rohrleitung Quartierserschliessung			■		■
- Hydrant			■		■
- Anschluss an Groberschliessung			■		■
Äussere Erschliessung					
- Groberschliessung	■		■	2%	■
- Zuleitung zu Groberschliessung			■		■
- Transportleitung / Zubringerleitung				2%	2%
- Reservoir				65%	65%
- Wassergewinnung				80%	80%
Betrieb / Unterhalt					
Innere Erschliessung					
- Hausanschlüsse (Schieber usw.)					
- Rohrleitung Hausanschluss					
- Anschluss an Quartierleitung	■	■	■	■	■
- Rohrleitung Quartierserschliessung			■		■
- Hydrant			■		■
- Anschluss an Groberschliessung			■		■
Äussere Erschliessung					
- Groberschliessung	■		■		■
- Zuleitung zu Groberschliessung			■		■
- Transportleitung / Zubringerleitung					■
- Reservoir		40%	40%	80%	80%
- Wassergewinnung		40%	40%	80%	80%
- Übrige Kosten (Personal, Betrieb)		40%	40%	80%	80%

Legende:

- Grenzkosten = Durchschnittskosten
- 80% Grenzkosten > 50% der Durchschnittskosten
- 2% Grenzkosten < 50% der Durchschnittskosten

7.3.4 Mengengerüst

a) Innere Erschliessung

Hausanschluss

Für den Anschluss eines Gebäudes an die Wasserversorgung braucht es einerseits die Rohrleitung (normalerweise bis zur Quartiererschliessung) und andererseits die notwendigen Armaturen (Schieber, Wasserzähler) zur Regelung des Wasserzuflusses.

Die Anzahl der Hausanschlüsse leitet sich im Normalfall aus der Anzahl Gebäude ab. Beim Siedlungstyp 6 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.

Abbildung 7-31: Mengengerüst Hausanschluss

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Hausanschluss (Schieber, Wasserzähler) [Stück]	1	11	21	4	4	7
Hausanschluss Leitung [m]	65	85	275	200	200	75

Die verwendeten Leitungslängen basieren auf den Planangaben (vgl. Abbildung 7-3 bis Abbildung 7-8). Weiter wurde für alle Siedlungstypen noch 15 m dazugeschlagen, damit die empirisch beobachteten Werte aus den SVGW-Daten 2014 reproduziert werden konnten (vgl. nachfolgende Abbildung). Die Dimensionierung der Rohrleitung steigt von S1 zu S6 (von 20mm bis 50mm Rohrdurchmesser).

Abbildung 7-32: Länge der Hausanschlüsse im Einzugsgebiet nach Ortstypen (Modellergebnisse und Vergleich mit empirischen Daten)

Länge pro Einwohner und Beschäftigte [m / Einw + 0.5*Besch]	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Modellergebnisse	1.3	2.3	3.2	5.0
Mittelwert aus SVGW-Daten 2014 (152 Gemeinden)	1.3 (2 Gden)	2.4 (33 Gden)	3.2 (59 Gden)	4.8 (58 Gden)

Anmerkung: Die Beschäftigten sind zu 50% gewichtet und es werden nur die Beschäftigten im 2. und 3. Sektor berücksichtigt.

Quartiererschliessung

Meist wird die Hausanschluss-Leitung an die Quartiererschliessung angeschlossen (teilweise auch direkt an die Groberschliessung). Für diesen Anschluss werden wiederum besondere Armaturen (Schieber, T-Stück) benötigt.

Beim Siedlungstyp 1 entfällt der Anschluss an eine Quartiererschliessung, da direkt an die Groberschliessung angeschlossen wird.

Abbildung 7-33: Mengengerüst Quartiererschliessung⁷⁵

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Anschluss Quartiererschliessung [Stück]	0	11	3	4	4	7
Quartiererschliessung [m]	0	160	0	0	0	100

Die verwendeten Leitungslängen basieren auf den Planangaben. Beim Siedlungstyp 1 entfällt wie erwähnt die Groberschliessung, bei den Siedlungstypen 3, 4 und 5 ist die «Quartiererschliessung» 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 Quartiererschliessungen Leitungen mit einem Durchmesser von mindestens 250mm verwendet.

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.

Anschluss an Groberschliessung

Der Anschluss der Quartiererschliessung an die Groberschliessung bedingt wiederum spezielle Armaturen (T-Stück, Schieber). Beim Siedlungstyp 2 müssen aufgrund des gewählten Erschliessungssystems (vgl. Pläne) zwei Anschlüsse berücksichtigt werden.

Abbildung 7-34: Anzahl Anschlüsse an Groberschliessung

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Anschluss an Groberschliessung [Stück]	1	2	1	1	1	1

⁷⁵ Die verwendete Länge entspricht den Planangaben gemäss Abbildung 7-3 bis Abbildung 7-8.

b) Äussere Erschliessung

Zubringerleitung

Die Längen für die Zubringerleitung von der Wasserfassung bis zum Reservoir und 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 Wassers aus einer Quelle, welche eine Zubringerleitung von rund 12 km bedingt. Demgegenüber beläuft sich die Zubringerleitung 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.

Abbildung 7-35: Länge von Zubringerleitung im Einzugsgebiet (in m)

	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Zubringerleitung bis Reservoir [m]	7'000	2'000	7'000	1'000
Zubringerleitung ab Reservoir [m]	5'000	1'000	5'000	500

Groberschliessung

Als Groberschliessung bezeichnen wir das Leitungssystem, welches zur Erschliessung von einzelnen Quartieren (Siedlungstypen) dient. Die Länge der Groberschliessung wurde so gewählt, dass die empirisch beobachtete durchschnittliche Leitungsnetzlänge reproduziert werden konnten.

Abbildung 7-36: Länge Groberschliessung und Hauptleitung zur Groberschliessung in m

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
GrossZen	180	180	180	180	180	180
MNZen	110	110	110	110	110	110
Gürtel	110	110	110	110	110	110
LandGem	130	130	130	130	130	130

Ähnlich wie für die Länge der Hausanschlussleitungen wurde auch für die äussere Erschliessung ein Abgleich auf die tatsächlich beobachteten empirischen Leitungslängen vorgenommen. Die Ergebnisse nach Ortstyp sind in der nachstehenden Abbildung zusammengefasst. Die SVGW-Daten sind qualitativ besser einzustufen, da hier die Abgrenzung zwischen Lei-

tungsnetz und Hausanschlussleitungen explizit erfragt wurde. Bei den Berner Daten ist anzunehmen, dass die Abgrenzung zwischen Verteilungsnetz und Hausanschluss von Gemeinde zu Gemeinde unterschiedlich gehandhabt wurde.

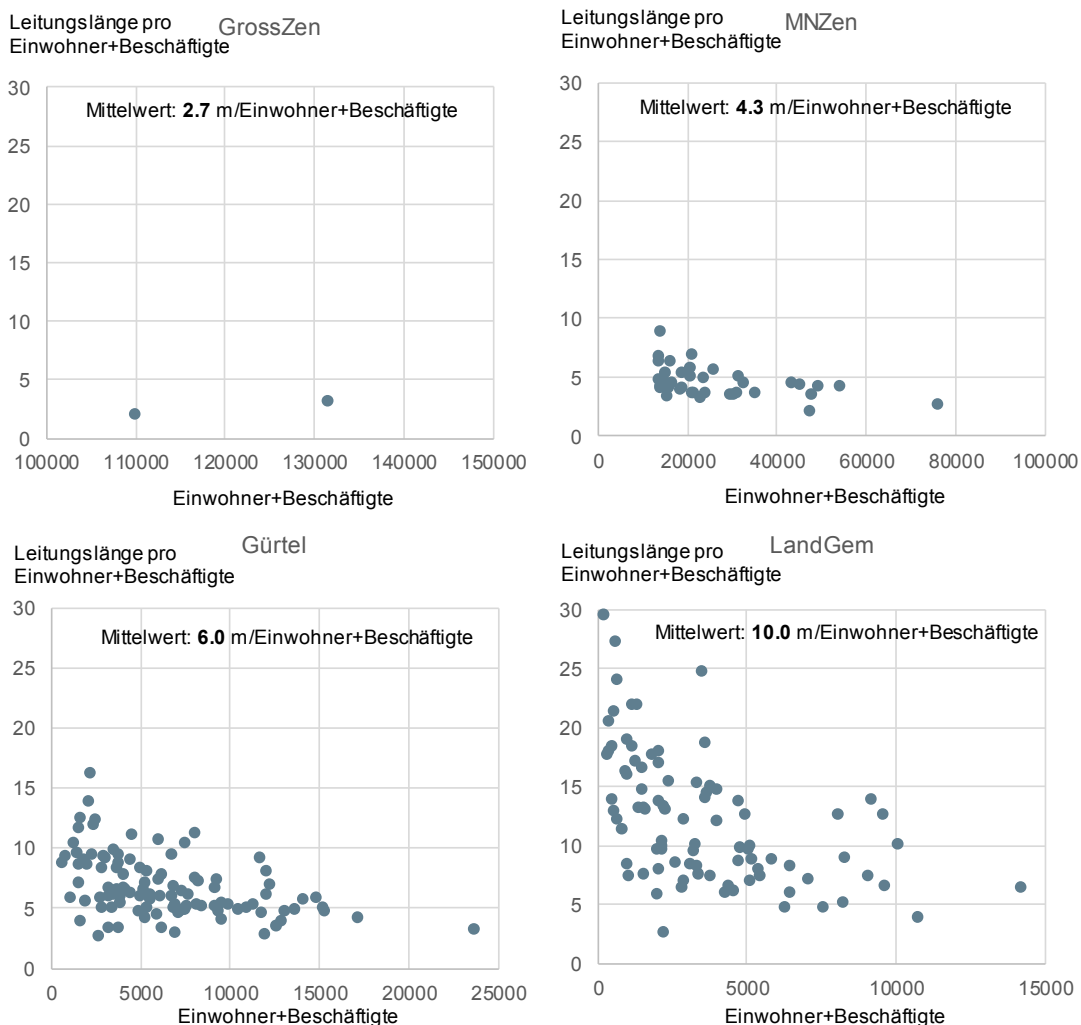
Abbildung 7-37: Länge des Leitungsnetzes im Einzugsgebiet (Quartierserschliessung, Groberschliessung, Zubringerleitungen) nach Ortstypen (Modellergebnisse und Vergleich mit empirischen Daten)

Länge pro Einwohner und Beschäftigte [m / Einw + 0.5*Besch]	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Modellergebnisse	2.4 m	4.1 m	6.0 m	10.2 m
Mittelwert aus SVGW-Daten 2014 (240 Gemeinden)	2.7 m	4.3 m	6.0 m	10.0 m
Mittelwert aus Berner Daten (276 Gemeinden)	2.3 m	3.8 m	6.1 m	11.9 m

Der Vergleich der berechneten spezifischen Leitungslängen (Modellergebnisse) mit den spezifischen Leitungslängen von 276 Berner Gemeinden und 240 Schweizer Gemeinden (vgl. nachfolgende Abbildung) zeigt, dass mit den gewählten Vorgaben zur Berechnung der Länge des Groberschliessungsnetzes die beobachteten spezifischen Leitungslängen reproduziert werden können.

Die nachfolgende Abbildung zeigt weiter, dass die «Streubreite» relativ gross ist und sich vor allem bei den kleineren Gemeinden grosse Unterschiede ergeben.⁷⁶ Der nachfolgende Exkurs «Länge des Leitungsnetzes» zeigt aber, dass mit Grösse der Gemeinde (Einwohner und Beschäftigte) und der Siedlungsdichte die Länge des Leitungsnetzes relativ gut erklärt werden kann.

⁷⁶ Die Daten der Berner Gemeinden streuen insbesondere für die ländlichen Gemeinden noch stärker als die SVGW-Daten.

Abbildung 7-38: Beobachtete spezifische Leitungslängen für 236 Schweizer Gemeinden⁷⁷

Anmerkung: Die Beschäftigten sind zu 50% gewichtet und es werden nur die Beschäftigten im 2. und 3. Sektor berücksichtigt.

Exkurs: Länge des Leitungsnetzes

Die Länge des Leitungsnetzes ist einerseits abhängig von der Grösse und der Siedlungsstruktur der Gemeinde, andererseits bestimmen aber auch andere Faktoren wie Topografie, Nähe zur Wasserquelle usw. eine grosse Rolle. Es stellt sich die Frage, ob die Gemeindegrösse und ihre Siedlungsstruktur tatsächlich die dominierenden Einflussfaktoren zur Erklärung der Leitungsnetzlänge sind. Dazu haben wir eine multivariate OLS-Schätzung durchgeführt:

Zu erklärende Variable:

⁷⁷ Die Abbildung basiert auf Daten des SVGW. Es wurden 236 Gemeinden berücksichtigt (Gemeinden mit einer Leitungslänge von über 1000 m).

- LNV: Länge des Leitungsnetzes (exkl. Hausanschlüsse) für 236 Gemeinden, basierend auf den SVGW-Daten 2014.

Erklärende Variablen:

- EINW+BESCH: Anzahl angeschlossene Einwohner (SVGW-Daten 2014) und die Beschäftigten aus dem 2. und 3. Sektor (gewichtet um den Faktor 0.5)
- (EINW+BESCH)/AREAL: Siedlungsdichte berechnet aus Gebäudeareal (gesamtes Gebäudeareal für Wohnen, Arbeiten, öffentliche Bauten, Landwirtschaft und nicht näher spezifiziertes Gebäudeareal)⁷⁸ sowie den Einwohner und Beschäftigten (gewichtet um den Faktor 0.5) in Einwohner+Beschäftigte pro Hektare.
- LG: Dummy für ländliche Gemeinden (LandGem)

Es wurden verschiedene Modelle (logarithmiert, nicht logarithmiert, Gewichtung der Beschäftigten, Kreuztherme usw.) getestet. Das beste Modell (höchstes adjustiertes Bestimmtheitsmass) ist beidseitig logarithmiert:

$$\log(\text{LNV}) = \log(\text{EINW+BESCH}) + (\text{EINW+BESCH})/\text{AREAL} + \text{LG} \cdot \log(\text{EINW+BESCH})$$

Wie die Schätzergebnisse in der nachfolgenden Abbildung zeigen, ist der Erklärungsgehalt mit einem adjustierten Bestimmtheitsmass von 0.86 relativ hoch. Sowohl die Grösse der Gemeinde – gemessen als Summe von Einwohner und der Hälfte der Beschäftigten – als auch die Siedlungsdichte sind hochsignifikante Erklärungsvariablen für die Leitungslänge. Weiter zeigt sich, dass die Leitungslängen der ländlichen Gemeinden leicht stärker geprägt wird durch die Gemeindegrösse als in den restlichen (grösseren) Gemeinden. Der vorgeschlagene Normkostenansatz, der auf Einwohner und Siedlungsdichte basiert, benutzt somit zur Berechnung der kommunalen Leitungslängen die relevantesten Einflussfaktoren (Einwohner und Siedlungsdichte). Allerdings erlaubt der Normkostenansatz keinen direkten Rückschluss auf die Leitungslänge einzelner, spezifischer Gemeinden, da mit dem Normkostenansatz durchschnittliche Längen und Kosten berechnet werden.

Abbildung 7-39: Multivariate OLS für die Schätzung der Leitungslänge für 236 kommunale Wasserversorgungsnetze (exkl. Hausanschlüsse)⁷⁹, N = 236.

	<i>Koeffizienten</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>t-Statistik</i>	<i>P-Wert</i>	
Schnittpunkt	3.790521	0.193042	19.6	0.0000	***
log(EINW+BESCH)	0.838655	0.027476	30.5	0.0000	***
(EINW+BESCH)/AREAL	-0.010056	0.001605	-6.3	0.0000	***
LG * log(EINW+BESCH)	0.029184	0.006114	4.8	0.0000	***
Signifikanzniveaus: *** < 1%; ** < 5%; * < 10%					
Adjustiertes Bestimmtheitsmass	0.86				

⁷⁸ Hektardaten basierend auf BFS, Arealstatistik 2004/09, und swisstopo swissBoundaries3D, bearbeitet durch ARE, Stand 1.1.2015 sowie Gemeindetypologie ARE, Stand 1.1.2015.

⁷⁹ Die Abbildung basiert auf Daten des SVGW. Es wurden 236 Gemeinden berücksichtigt (Gemeinden mit einer Leitungslänge von über 1000 m). Auch mit den Berner Daten für 276 Gemeinden wurden dieselben Regressionen durchgeführt. Die Varianz der Berner Daten ist aber deutlich höher als diejenige der SVGW-Daten. Dies hat zur Folge, dass das adjustierte Bestimmtheitsmass mit 0.58 deutlich tiefer ausfällt als bei der Schätzung mit den SVGW-Daten.

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.
- In der Schweiz werden täglich 300 Liter Trinkwasser pro Einwohner bereitgestellt. 240 Liter davon werden verkauft (Haushalte, Gewerbe, Landwirtschaft & Industrie). Der tägliche Wasserverbrauch der Haushalte allein liegt gegenwärtig bei rund 142 Liter pro Einwohner. Die nicht fakturierte Wasserabgabe (Verluste, öffentliche Zwecke und Brunnen, Selbstverbrauch der Wasserversorgung) liegt bei 20%.⁸⁰
- Der Kapazitätsbedarf pro Einwohner beträgt für die vier Ortstypen je rund 0.2 m³.

Wasserabgabe

Die angenommenen Werte für den durchschnittlichen Wasserverbrauch basieren ebenfalls auf der Erhebung des SVGW (Betriebsjahr 2014). 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.⁸¹

Abbildung 7-40: Wasserverbrauch und Wassergewinnung

	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Wasserabgabe pro Einwohner und Tag	0.2 m ³	0.2 m ³	0.2 m ³	0.2 m ³
Wassergewinnung:				
– Quellwasser	12%	43%	9%	59%
– Grundwasser	28%	51%	34%	39%
– Seewasser	60%	6%	57%	2%

⁸⁰ Angaben SVGW, Herr Freiburghaus.

⁸¹ SVGW (2015), Für eine sichere und nachhaltige Trinkwasserversorgung und SVGW, Statistische Erhebungen der Wasserversorgungen in der Schweiz (Betriebsjahr 2013).

7.3.5 Wertgerüst

a) Innere Erschliessung

Investitionskosten Hausanschlüsse (Armaturen und Rohrleitung)

Mit zunehmendem maximalen Wasserbedarf nehmen die Kosten für die erforderlichen Armaturen pro Hausanschluss zu. In den Kosten eingerechnet sind Schieber und Wasserzähler sowie die Kosten für die Installation.

Bei den Rohrleitungen nehmen die Kosten abhängig vom Querschnitt des Rohrs mit zunehmender Grösse leicht zu. In den Kostenangaben sind ausschliesslich die Kosten für das (meist Guss-) Rohr enthalten. Die Grabarbeiten werden separat erfasst.

Abbildung 7-41: Investitionskosten Hausanschluss⁸²

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Hausanschluss (Schieber, Wasserzähler) [CHF/Stück]	2'100	2'100	2'100	2'920	2'920	6'030
Hausanschluss Leitung [CHF/m]	235	285	335	360	360	395

Investitionen (Anschluss und Rohrleitung) Quartierserschliessung

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.⁸³

Für die Quartierserschliessung wird für alle Siedlungstypen von einem Gussrohr mit einem Durchmesser von 250 mm ausgegangen. Die Rohrkosten (ohne Grabarbeiten) mit Verlegung belaufen sich auf 150 CHF pro Laufmeter (Bandbreite: 100 - 200 CHF/m).⁸⁴

Investitionen Hydrant

Für die Investitionskosten wird von Überflurhydranten ausgegangen. Für alle Siedlungstypen wurden die gleichen Einheitskosten von 5'000 CHF / Stück angenommen.⁸⁵

⁸² Gemäss Expertenmeinung.

⁸³ Suissetec, Kalkulationsgrundlagen Werkleitungen Akkord, Ausgabe 2012.

⁸⁴ Gemäss Expertenbefragung.

⁸⁵ Suissetec, Kalkulationsgrundlagen Werkleitungen Akkord, Ausgabe 2012.

Investitionen Anschluss an Groberschliessung

Die Kosten für den Anschluss an die Groberschliessung (T-Stück, Schieber) sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Abbildung 7-42: Investitionskosten Rohrleitung Hausanschluss (in CHF / Laufmeter)⁸⁶

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Anschluss an Groberschliessung [CHF/Stück]	560	5'000	5'000	5'000	5'000	5'000

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.

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.

Abbildung 7-43: Kosten für Grabarbeiten, in CHF / Laufmeter⁸⁷

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Grabarbeiten Erstinvestition [CHF/m]	200	250	300	320	320	350
Grabarbeiten Ersatzinvestition [CHF/m]	200	300	400	500	500	600

⁸⁶ Suissetec, Kalkulationsgrundlagen Werkleitungen Akkord, Ausgabe 2012.

⁸⁷ Die Kosten für die Grabarbeiten können der folgenden Abbildung entnommen werden. Für die Werte in der Abbildung 7-43 wurden die Kosten zur Berücksichtigung von Synergieeffekten mit dem Faktor 0.75 korrigiert, wie dies das Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern im Merkblatt «Vorgehen zur Bestimmung der Kosten von Abwasserkanälen» vom Juni 2011 empfiehlt.

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 40 Jahren ausgegangen. In der Praxis kann die Lebensdauer in Einzelfällen auch wesentlich höher liegen (bis zu 80 Jahren).⁸⁸

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

Abbildung: Kosten für Grabarbeiten der Versorgungsleitungen

Site	Unit	Min. Cost [CHF incl. VAT]	Max. Cost [CHF incl. VAT]
Kantonsstrasse mit Belag	m ⁻¹	648	864
Kantonsstrasse ohne Belag	m ⁻¹	432	540
Gemeindestrasse/Trottoir	m ⁻¹	540	756
Privat-Garten	m ⁻¹	324	540
Wiesland	m ⁻¹	270	378

Quelle: eawag (2015), Selected Prices and Costs for Swiss Urban Water Infrastructure, S. 27.

⁸⁸ Abbildung: Wiederbeschaffungswert und Lebensdauer Bereich Wasser (2007)

Kategorie	Wiederbeschaffungswert (in Mio. CHF)	Lebensdauer der Infrastruktur [a]	Aktueller Zustand (zwischen 0 und 100)	Einschätzung des UI-Zustands im Vergleich zum linearen Abschreibungspfad*	Jährlicher Wertverlust (in Mio. CHF)
Öffentliche Siedlungsentwässerung Total	65 300	67			979
• Gemeindeeigenes Kanalisationsnetz	48 400	80	40	Auf	605
• Verbandskanalisation	6 200	80	40	Auf	78
• Weitere Hauptsammelkanäle	600	80	40	Auf	8
• ARA (> 500 EW) und andere Anlagen	10 100	35	60	Über	289
Kleine Abwasserreinigungsanlagen (< 500 EW)	130	20	50	Über	7
Gewerblich-industrielle Abwasserbehandlungsanlagen	2 000	15	50	Auf	133
Gebäudeinfrastruktur für Abwasser (Sanitärinstalltionen, gebäudeinterne Kanalisation, Hausanschlüsse) Total	40 400	40	50	Auf	1 010
Öffentliche Trinkwasserversorgung Total	50 000	65			771
• Leitungsnetz	35 000	80	40	Auf	438
• Weitere Anlagen	15 000	45	80	Über	333
Gebäudeinfrastruktur für Trinkwasser (Sanitärinstalltionen, gebäudeinterne Leitungen, Hausanschlüsse) Total	60 600	40	50	Auf	1 515
Total	218 430	49	-	-	4 410

* Diese Spalte zeigt, ob Infrastrukturen auf ihrem linearen Abschreibungspfad betrieben werden, oder ob zusätzliche Werterhaltungsinvestitionen zu einer Verlängerung der Lebensdauer geführt haben und Infrastrukturen somit über ihrem linearen Abschreibungspfad liegen (siehe Kapitel 1.2.3.2 für methodische Aspekte).

Quellen: Öffentliche Siedlungsentwässerung: EAWAG (2006), VSA/FES (2006); Kleine ARA: VSA (2006), kant. Fachstellen BE und ZH, Schätzungen INFRAS; Gewerblich-industrielle Anlagen: AGVS (2006), AUE BL/BS (2007), kant. Fachstellen BE und ZH, Schätzungen INFRAS; Öffentliche Trinkwasserversorgung: SVGW (2008), Lehmann (2008); Gebäudeinfrastruktur: CRB (2009), CRB (2008), IRV (2008)

fallen vor allem die jährlichen Kontrollen der Schieber und Hydranten an. In der nachstehenden Abbildung sind die von uns verwendeten Kostensätze zusammengefasst:

Abbildung 7-44: Betriebs- und Unterhaltskosten pro Jahr⁸⁹

	Betriebs- und Unterhaltskosten (CHF pro Jahr)
Hausanschluss (Schieber, Wasserzähler) ⁹⁰	0
Rohrleitung Hausanschluss	0
Anschluss an Quartierleitung (T-Stück, Schieber)	10
Rohrleitung Quartiererschliessung	0
Hydrant	30
Anschluss an Groberschliessung (T-Stück, Schieber)	10

b) Äussere Erschliessung

Investitionen Groberschliessung, Hauptleitung 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 Grosszentren und dem Gürtel.

⁸⁹ Verifikation mittels Expertenbefragung.

⁹⁰ Die Kosten für Ablesen, Rechnungstellung und Administration werden bei den Betriebskosten des Einzugsgebiets berücksichtigt.

Abbildung 7-45: Investitionskosten für Groberschliessung (Rohr, Grabarbeiten und Verlegung) (in CHF / Laufmeter)⁹¹

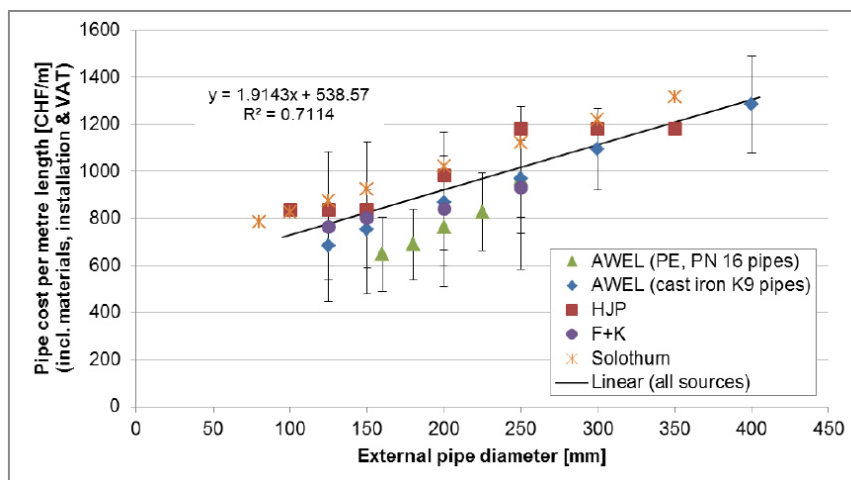
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
GrossZen	420	890	1'070	1'280	1'280	1'540
MNZen	400	800	1'000	1'200	1'440	1'400
Gürtel	420	890	1'060	1'280	1'280	1'540
LandGem	320	640	800	960	1'152	1'120

Investitionen Zubringerleitung

Ähnlich wie beim Leitungssystem für die Groberschliessung werden auch bei den Zubringerleitungen die Kostensätze nach dem Ortstyp differenziert (sowohl aufgrund der Dimensionierung als auch wegen der Bauschwierigkeiten).

Abbildung 7-46: Investitionskosten Zubringerleitung (Rohr, Verlegung und Graben) (in CHF / Laufmeter)⁹²

	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Zubringerleitung	1'000	1'000	1'000	800

⁹¹ **Abbildung: Investitionskosten für Wasserleitungen**

Quelle: eawag (2015), Selected Prices and Costs for Swiss Urban Water Infrastructure.

⁹² Zubringerleitung sind ähnlich lang wie die Groberschliessung (vgl. Fussnote 91).

Investitionen 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 m³ 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.

Abbildung 7-47: Investitionskosten für die Erstellung von Reservoirs (inkl. Steuerung) (in CHF / m³ Inhalt)⁹³

	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Ausgangswert	1'000	1'000	1'800	2'500

Investitionen 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.

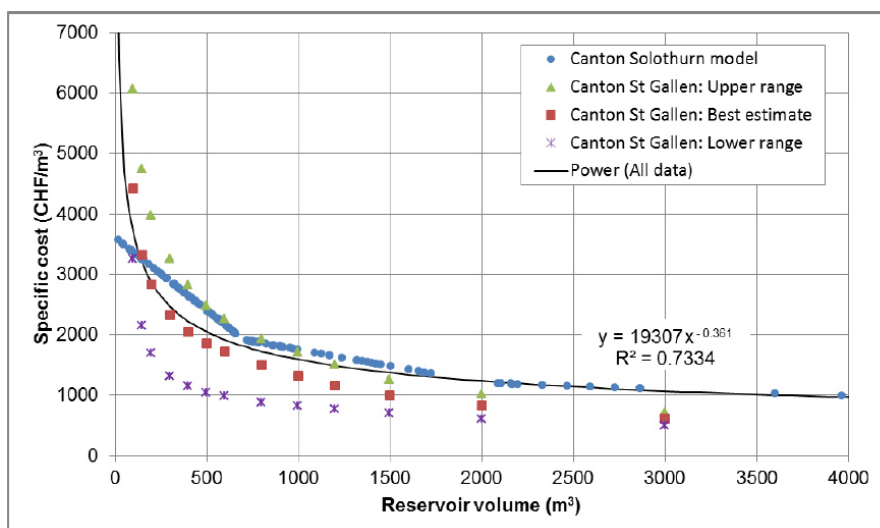
⁹³ Basierend auf eawag (2015), Selected Prices and Costs for Swiss Urban Water Infrastructure. Annahme zur Grösse Reservoir: 0.2 m³/Einwohner * Anzahl Einwohner im Einzugsgebiet (Anmerkung: Der Wasserverbrauch von Gewerbe und Industrie ist hier nicht subsummiert):

MNZen: 20'000 Einwohner * 0.2 m³ = 4000 m³, daraus ergeben sich spezifische Kosten von 1000 CHF/m³

Gürtel: 3'500 Einwohner * 0.2 m³ = 700, was rund 1'800 CHF/m³ ergibt

LandGem: 1'500 Einwohner * 0.2 m³ = 300 m³, was 2'500 CHF/m³ ergibt.

Für die GrossZen haben wir 1000 CHF/m³ unterstellt (grössere Städte haben meist verschieden Reservoirs).



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 m³ Förderleistung

Abbildung 7-48: Investitionskosten für die Wassergewinnung nach Gewinnungsart und in CHF pro m³ durchschnittlicher Tagesleistung

Investitionskosten für Wassergewinnung CHF /m ³ , d-Leist.	
Quellwasserfassung	50 (mit sehr grossen Bandbreiten von 25 bis 200 CHF/m ³ , d-Leist.)
Grundwasserfassung	125 (mit sehr grossen Bandbreiten von 50 bis 500 CHF/m ³ , d-Leist.)
Seewasserfassung	800

Anmerkung: Die Werte der Studie Ecoplan (2000) wurden übernommen. Eine grobe Verifizierung mit neu geplanten Fassungen (bspw. Oberi Au, Grundwasserfassung mit rund 70 CHF/m³, d-Leistung, und Amerika-Egge in derselben Grössenordnung). Die Hauptkosten bei den Quell- und Grundwasserfassungen fallen meist bei den Zubringerleitungen an.

Nutzungsdauern

Für die einzelnen Anlagenteile im Einzugsgebiet gehen wir von folgenden Nutzungsdauern aus:

Abbildung 7-49: Nutzungsdauer in Jahren⁹⁴

	Jahre
Rohrleitungen (Groberschliessung, Zubringerleitungen)	80
Reservoir	45
Quellwasserfassung	45
Grundwasserfassung	45
Seewasserfassung	45

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.

Betrieb und Unterhalt: Leitungssystem im Einzugsgebiet

Für das Leitungssystem im Einzugsgebiet (Groberschliessung, Zubringerleitung) 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

⁹⁴ **Abbildung: Lebensdauer der Infrastrukturen**

Kategorie	Wiederbeschaffungswert (in Mio. CHF)	Lebensdauer der Infrastruktur [a]
Öffentliche Siedlungsentwässerung Total	65 300	67
• Gemeindeeigenes Kanalisationsnetz	48 400	80
• Verbandskanalisation	6 200	80
• Weitere Hauptsammelkanäle	600	80
• ARA (> 500 EW) und andere Anlagen	10 100	35
Kleine Abwasserreinigungsanlagen (< 500 EW)	130	20
Gewerblich-industrielle Abwasserbehandlungsanlagen	2 000	15
Gebäudeinfrastruktur für Abwasser (Sanitärinstalltionen, gebäudeinterne Kanalisation, Hausanschlüsse) Total	40 400	40
Öffentliche Trinkwasserversorgung Total	50 000	65
• Leitungsnetz	35 000	80
• Weitere Anlagen	15 000	45
Gebäudeinfrastruktur für Trinkwasser (Sanitärinstalltionen, gebäudeinterne Leitungen, Hausanschlüsse) Total	60 600	40
Total	218 430	49

⁹⁴ Diese Spalte zeigt, ob Infrastrukturen auf ihrem linearen Abschreibungspfad betrieben werden, oder ob zusätzliche Werteerhaltung und Infrastrukturen somit über ihrem linearen Abschreibungspfad liegen (siehe Kapitel 1.2.3.2 für methodische Aspekte).

Quellen: Öffentliche Siedlungsentwässerung: EAWAG (2006), VSA/FES (2006); Kleine ARA: VSA (2006), kant. Fachstellen BE u (2006), AUE BLBS (2007), kant. Fachstellen BE und ZH, Schätzungen INFRAS; Öffentliche Trinkwasserversorgung: SVGW (2008 IRV (2008))

Betrieb und Unterhalt: 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. Es wird angenommen, dass die Betriebs- und Unterhaltskosten der Reservoirs für das Grosszentrum und den Gürtel 3 CHF / m³ Inhalt betragen und für die Mittel- und Nebenzentren sowie Landgemeinden auf 6 CHF / m³ Inhalt ansteigen.

Betrieb und Unterhalt: 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.

Abbildung 7-50: Betriebs- und Unterhaltskosten für die Wassergewinnung inkl. Aufbereitung
(in CHF / m³)

	CHF/m ³
Quellwasser	0.05
Grundwasser	0.15
Seewasser	0.30

Anmerkung: Auch hier wurden die Werte der Studie Ecoplan (2000) übernommen. Die Grössenordnungen sind weiterhin gültig.

Betrieb und Unterhalt: 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.

Abbildung 7-51: Übrige Betriebs- und Unterhaltskosten (in CHF / m³)

	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Ausgangswert	0.50	1.00	0.75	0.90

Die Abstufung der Kostensätze beruht auf den Ergebnissen der SVGW-Erhebung (Betriebsjahr 2014) für 190 Gemeinden. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Vergleich der Betriebs- und Unterhaltskosten gemäss Normkostenansatz mit den Gesamtkosten exklusive Kapitalkosten (Zinsen und Abschreibungen) für Schweizer 190 Gemeinden.⁹⁵

Abbildung 7-52: Betriebs- und Unterhaltskosten (Modellergebnisse und Vergleich mit empirischen Daten)

	SVGW-Daten (190 Gemeinden)				Modellergebnis Betriebs- und Unterhaltskosten CHF/m3
	Personal- aufwand CHF/m3	Sach- aufwand CHF/m3	Übriger Aufwand CHF/m3	Total Kosten (exkl. Zinsen/Abschr.) CHF/m3	
Grosszentren	0.72	0.25	0.09	1.06	1.06
Mittel- und Nebenzentren	0.60	0.71	0.33	1.64	1.60
Gürtel der Gross- und Mittelzentren	0.41	0.67	0.38	1.46	1.44
Ländliche Gemeinden	0.39	0.74	0.34	1.47	1.48

Die detaillierten Ergebnisse können den Tabellen in Anhang C bzw. Abschnitt 8.2 entnommen werden.

⁹⁵ Als Proxi für die gesamten Betriebs- und Unterhaltskosten dienen die Personal-, Sach- und übrige Aufwendungen aus den SVGW-Daten (Betriebsjahr 2014) für 190 Gemeinden. Für die Berechnung der spezifischen Kosten pro m3 in den SVGW-Daten wurde die Wasserabgabe an Haushalte, Gewerbe und Grossbezüger (exkl. Verluste, Fremdgabe usw.) verwendet. Für die spezifischen Kosten pro m3 im Normkostenansatz wurde eine Wasserabgabe von 142 Liter pro Einwohner unterstellt.

7.4 Verkehrsbereich

7.4.1 Systemgrenzen und Wirkungsmodell

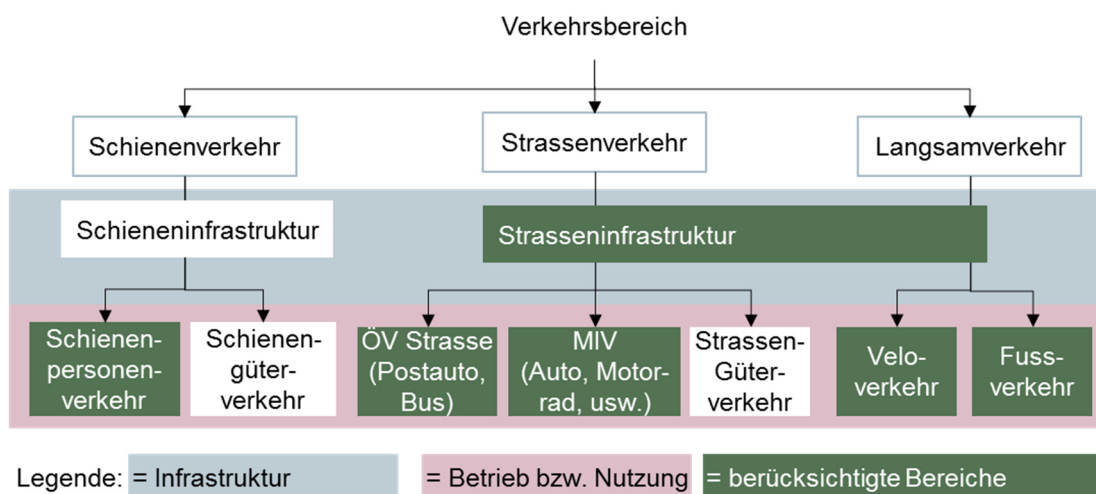
a) Welche Teile sollen in die Untersuchung einbezogen werden?

Im Verkehrsbereich erweist sich die Herleitung eines Wirkungsmodells und die Definition von Systemgrenzen als schwieriges Unterfangen, aufgrund der besonderen Ausprägung dieses Infrastrukturbereichs:

- 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 der Nutzung (Strasse) bzw. Betriebs (öffentlicher Verkehr) der Infrastruktur. 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 weitergehende Unterteilung auf (vgl. Abbildung 7-53). Ausgangspunkt ist die Trennung von Infrastruktur und Betrieb bzw. Nutzung. Die weitere Gliederung orientiert sich an den Verkehrsträgern bzw. der Verkehrsart.

Abbildung 7-53: Gliederung des Verkehrsbereichs



Die Fragestellung «Siedlungsentwicklung und Infrastrukturkosten» ist für die verschiedenen Teile des Verkehrsbereichs von unterschiedlicher Bedeutung:

Infrastruktur:

- **Schieneinfrastruktur:** Als klassische Infrastruktur mit Netzcharakter wird die Schieneninfrastruktur 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 Siedlungsstrukturen und -entwicklungen beeinflusst.

Nutzung bzw. Betrieb:

- **Schienepersonenverkehr:** Da die kleinräumliche 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». Dieses steht 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 Strassengüterverkehr ab und damit von der Möglichkeit der Bahnen, kostendeckende Preise zu verlangen. Der Bahngüterverkehr trägt seine Kosten selber. Auch aus diesem Blickwinkel ist der Bahngüterverkehr damit für unsere Fragestellung nicht relevant.

- **ÖV Strasse** (öffentlicher Strassenpersonenverkehr mit Postauto, Nahverkehrsbus, Trams): Hier gilt die gleiche Argumentation wie für den Schienepersonenverkehr. Er ist also zu berücksichtigen.
- **MIV** (Motorisierter Individualverkehr mit Personenwagen, Motorrädern, Mofas und Gesellschaftswagen, sog. Reisebusse): Gleiches gilt natürlich für den MIV. Er wird auf Grund seiner Emissionen bei der Folgekostenproblematik im Zentrum des Interesses stehen.
- **Strassengüterverkehr:** Für den Strassengüterverkehr 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.

- **Veloverkehr** (und weitere fahrzeugähnliche Geräte fäG): Die Nutzung des Velos unterscheidet sich ebenfalls von der Siedlungsdichte und ist aufgrund seiner Bedeutung bei den Unfallkosten und dem Gesundheitsnutzen zu berücksichtigen.
- **Fussverkehr:** Auch der Fussverkehr ist aus denselben Gründen wie der Veloverkehr zu berücksichtigen.

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

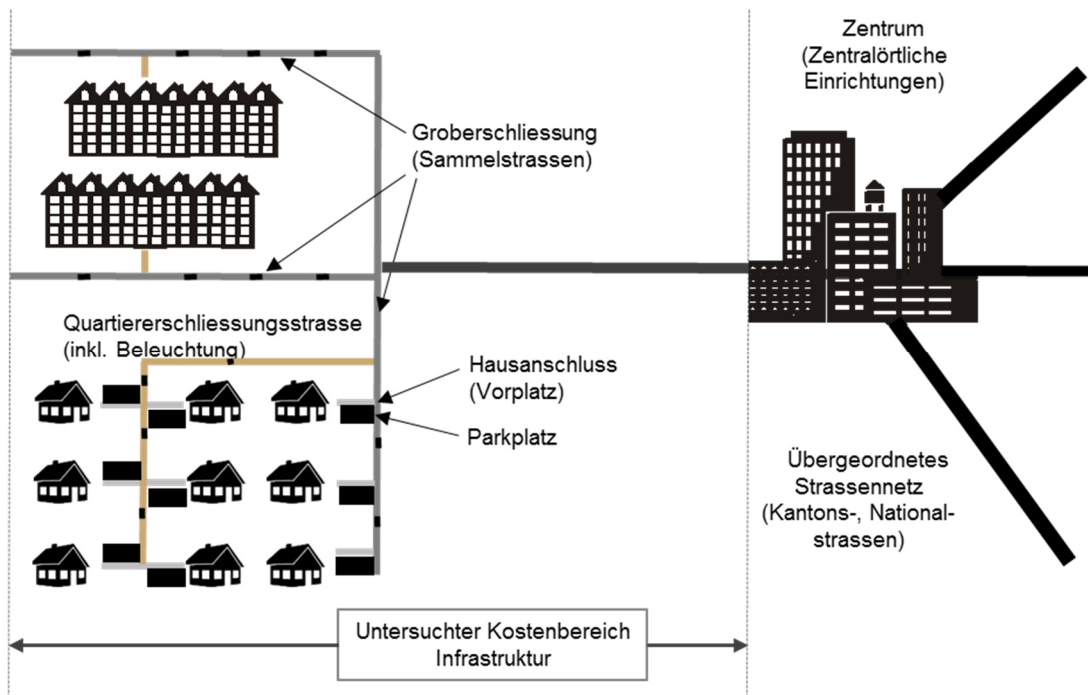
- **Strasseninfrastruktur:** Hier stehen die Bereitstellung, der Unterhalt und der Betrieb der Infrastrukturanlagen im Vordergrund.
- **Unterschiedliches Mobilitätsverhalten je nach Siedlungs- und Ortstyp:** Unter diesem Thema wird die Folgekostenproblematik diskutiert, und dies sowohl für den MIV als auch für den ÖV auf Strasse und Schiene und den Langsamverkehr. Bei der Folgekostenproblematik stehen auf Seiten MIV (insbes. Personenwagen) die verursachten, aber nicht getragenen Umwelt- und Unfallkosten im Vordergrund, auf Seiten ÖV werden es die ungedeckten Wegekosten sein und beim Langsamverkehr die Unfallfolgekosten und der Gesundheitsnutzen.

In den folgenden Ausführungen wird immer zwischen diesen beiden Blickwinkel unterschieden. Die Infrastrukturseite des Langsamverkehrs wird durch die Strasseninfrastruktur mitberücksichtigt, da die Mitbenützung der für uns relevanten Strassen durch den Langsamverkehr immer noch den Regelfall darstellt. Die «Betriebsseite» wird unter dem Blickwinkel des unterschiedlichen Nutzerverhaltens im Personenverkehr behandelt.

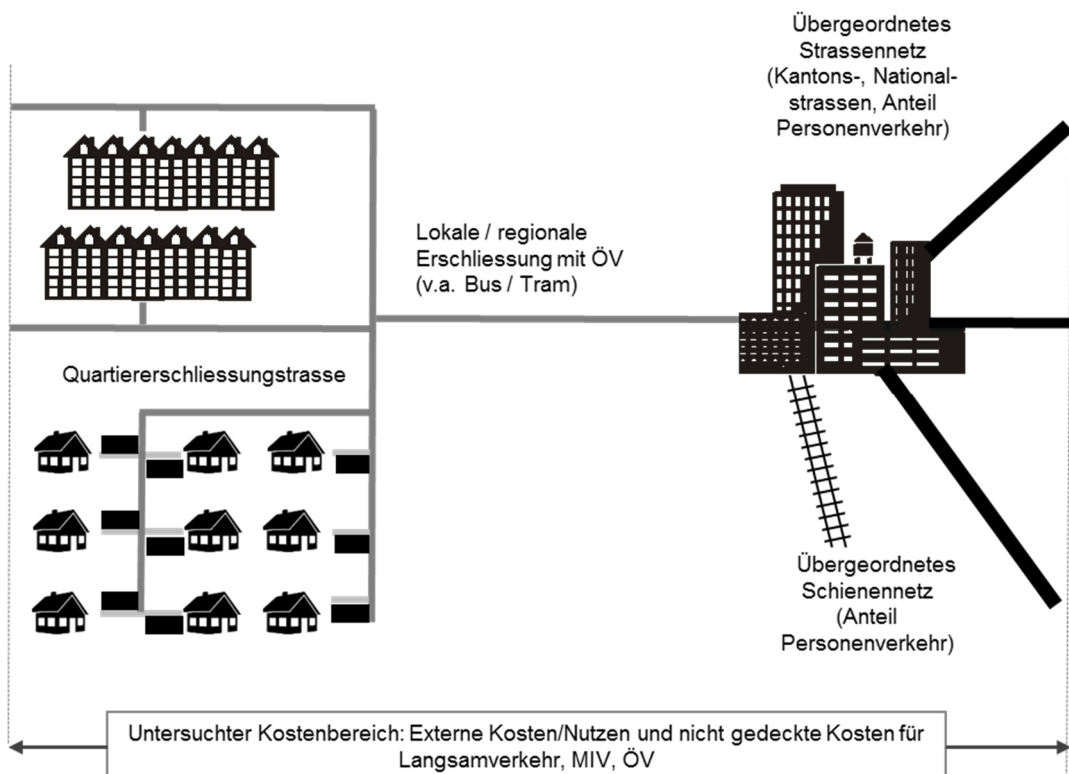
Die gewählten Systemgrenzen im Verkehrsbereich sind in Abbildung 7-54 grobschematisch wiedergegeben.

Abbildung 7-54: Systemabgrenzung: Untersuchte Kostenbereiche des Verkehrsbereichs

Strasseninfrastruktur



Unterschiedliches Nutzverhalten im Personenverkehr (Folgekosten / Externe Kosten)



Kommentar:

- Zentraler Untersuchungsgegenstand sind die innere und äussere Erschliessung der betrachteten Siedlungen. Zur **inneren Erschliessung** gehören drei Infrastruktureile.
 - Die Quartiererschliessungsstrasse erschliesst die einzelnen Teile *innerhalb* der betrachteten Siedlung bzw. des betrachteten Perimeters (inkl. Beleuchtung).
 - Der Vorplatz entspricht dem «Hausanschluss».
 - Parkplatz, bei grösseren Siedlungen Einstellhallen.

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.

Das übergeordnete Netz (Kantons- und Nationalstrassen) wird nicht in die Untersuchung einbezogen.

- Die im letzten Absatz genannten «Kostenstellen» sind in erster Linie relevant für den Blickwinkel «Strasseninfrastruktur». Für den Blickwinkel «unterschiedliches Nutzerverhalten im 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 entspricht in Abbildung 7-54 der dunklen Strecke von den betrachteten Siedlungsgebieten zum Zentrum.

b) Wie beeinflusst der Siedlungstyp die Infrastruktur und das Mobilitätsverhalten?

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 Abbildung 7-54 wiedergegeben. Hier stellt sich die Frage, welcher Anteil der gesamten Strasse der einzelnen Siedlung anzulasten ist.
- 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.

Grundlage für die Herleitung des Mengengerüsts für die innere Erschliessung sind konkrete Erschliessungspläne für unsere sechs Siedlungstypen. Diese Pläne sind im Kapitel 7.1.2 wiedergegeben.

Wird nicht der Blickwinkel «Strasseninfrastruktur», sondern «**unterschiedliches Nutzerverhalten im Personenverkehr**» eingenommen, ergibt sich folgender Einfluss des Siedlungstyps auf das Mengengerüst:

- Die sechs Siedlungstypen sind von der Fläche her gleich gross, weisen aber aufgrund 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 Infrastruktur und das Mobilitätsverhalten?**

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 «**unterschiedliches Nutzerverhalten im 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. Sowohl die Anzahl MIV-Fahrten als auch deren Länge hängen von der Zentralität des Wohnortes ab.

d) **Wie beeinflusst der Ortstyp die Infrastruktur und das Mobilitätsverhalten?**

Im Fall der **Strasseninfrastruktur** beeinflusst der Ortstyp «nur» das Wertgerüst, also die Normkostensätze und zwar für alle in Abbildung 7-54 ausgewiesenen Infrastrukturteile.

Ortstypbedingte Unterschiede bei den Normkosten ergeben sich aus den folgenden Gründen:

- höhere Baukosten wegen erschwerten Bedingungen und Unterschieden im Preisniveau

Bei der Optik «**unterschiedliches Nutzerverhalten im 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 zurückgelegter Wege pro Person und Jahr
 - Länge der zurückgelegten Wege
 - Verkehrsmittelwahl

Diese Unterschiede werden durch die Ausgestaltung des Mengengerüsts berücksichtigt.

- Bei der Optik «**unterschiedliches Nutzerverhalten im Personenverkehr**» steht wie oben unter Punkt a) erwähnt, die Folgekostenproblematik im Vordergrund, welche sich je nach betrachtetem Ortstyp unterscheiden:
 - 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.
 - 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 weiteren Einflussfaktoren beeinflussen die Höhe der Infrastrukturkosten und das Mobilitätsverhalten?

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.
- **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.

Ebenso können bei den Investitionskosten massive Unterschiede entstehen: Beispielsweise kann die Erschliessung eines neuen Quartiers im Berggebiet um Faktoren teurer werden als im Mittelland.

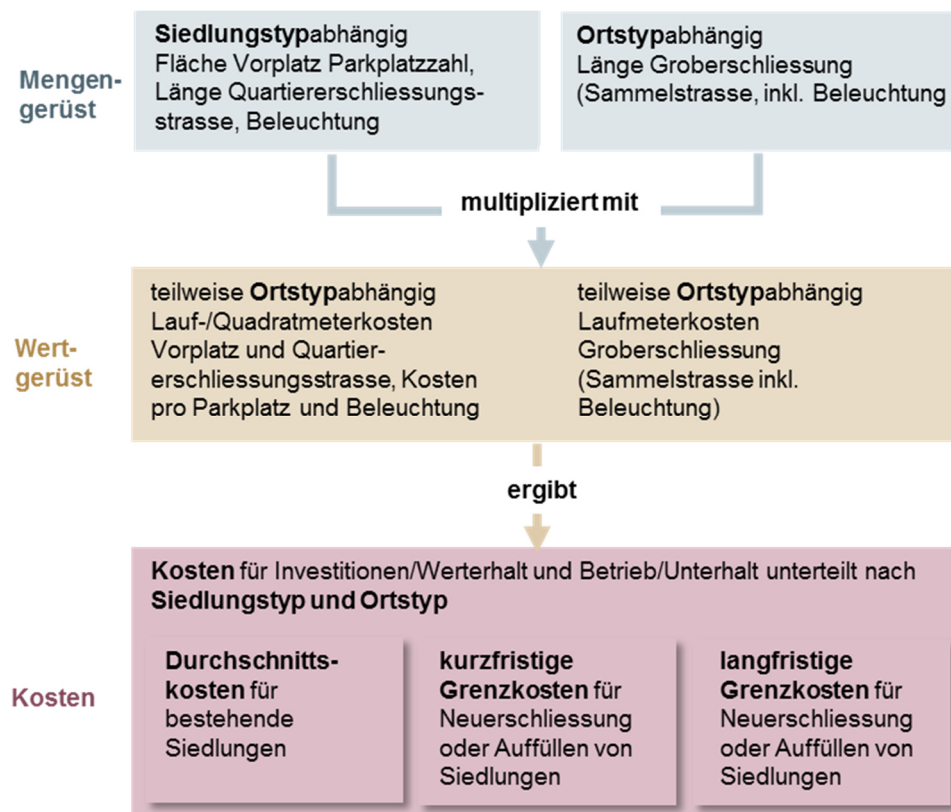
- **Produktivität der Transportunternehmen:** Der Kostendeckungsgrad im öffentlichen Verkehr hängt nicht nur von den äusseren Rahmenbedingungen ab, sondern auch von der Art und Weise, wie das Unternehmen geführt wird. Produktivitätsunterschiede aufgrund von unterschiedlich innovativem Verhalten sind vorhanden.

7.4.2 Normkostenansatz

Ausgehend von den bisherigen Ausführungen kann der Normkostenansatz für den Verkehrsbereich wie folgt konkretisiert werden.

Wenn vom Blickwinkel «Strasseninfrastruktur» ausgegangen wird, ergibt sich das in Abbildung 7-55 wiedergegebene Bild.

Abbildung 7-55: Normkostenansatz Strasseninfrastruktur



Die statische (bestehende Siedlung) und dynamischen Optik (neue Siedlung) führen bei der Strasseninfrastruktur zu folgenden Unterschieden in den Infrastrukturkosten (vgl. auch Abbildung 7-56):

- Bei den **Durchschnittskosten** bestehender Siedlungen (bestehende Strasseninfrastruktur) wird – wie in den anderen Bereichen (Abwasser, Wasser, Strom) – von Wiederbeschaffungswerten ausgegangen.⁹⁶
- 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 Besiedlung ausgelöste Mehrverkehr das bestehende Strassennetz an seine Kapazitätsgrenzen führt 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 Abbildung 7-56).
- Bei den **Grenzkosten für «Neuerschliessung»** ist die innere Erschliessung (also Vorplätze, Quartierstrasse und Abstellplätze) vollständig – also zu Durchschnittskosten – mit einzubeziehen.

Weiter darf davon ausgegangen werden, dass sich der Erhaltungsaufwand an der bestehenden Groberschliessung und die Betriebs- und Unterhaltskosten für die bestehende Groberschliessung nicht massgeblich ändert. Der Erhaltungsaufwand wird massgeblich durch den Schwerverkehr geprägt und die Betriebskosten sind stark geprägt vom Winterdienst und der Reinigung. Ein grosser Teil des betrieblichen Unterhalts (z.B. Reinigung) ist somit mehr oder weniger unabhängig von der Verkehrsmenge. Der durch die neue Siedlung induzierte Verkehr verursacht somit praktisch keinen zusätzlichen betrieblichen Unterhalt an der bestehenden Groberschliessung.

Bei der «Neuerschliessung» sind zusätzliche Groberschliessungen notwendig. Wir gehen davon aus, dass die «Neuerschliessung» im Grundsatz denselben Groberschliessungsanteil beansprucht wie die bestehenden Siedlungen. Wir korrigieren einzig für die Verbindungsstrassen zwischen den Gemeinden und wichtige kommunale Hauptstrassen. Bei diesen gehen wir davon aus, dass ein Ausbau aufgrund der «Neuerschliessung» nicht notwendig ist. Der Anteil dieser Verbindungsstrassen und wichtigen kommunalen Hauptstrassen beträgt etwa 30%.⁹⁷

⁹⁶ Wir gehen also im Unterschied zu Ecoplan (2000) oder der schweizerischen Strassenrechnung für die Bestimmung der Kapitalkosten nicht von den historischen Anschaffungskosten, sondern von den Wiederbeschaffungswerten aus.

⁹⁷ Auswertung für 2324 Gemeinden: Die Daten wurden vom ARE aufbereitet: Strassennetz gemäss TomTom, Stand 02.2016, Gemeinden: swisstopo swissBoundaries3D, Stand 1.1.2015, Gemeindetypologie ARE, Stand 1.1.2015. Der Anteil der Verbindungsstrassen und wichtigen kommunalen Hauptstrassen wurde als Anteil der FCR 4 bis 6 an der Summe von FCR 4 bis 7 berechnet.

- Bei den Grenzkosten für «Verdichten/Auffüllen» fällt i.Vgl. zu den Grenzkosten «Neuer-schliessung» die Quartierserschliessung und die zusätzliche Groberschliessung weg.

In Abbildung 7-56 ist zusammengefasst, welche Kostenbestandteile in die Berechnung der Durchschnitts- und Grenzkosten einfließen.

Abbildung 7-56: Durchschnitts- versus langfristige Grenzkosten

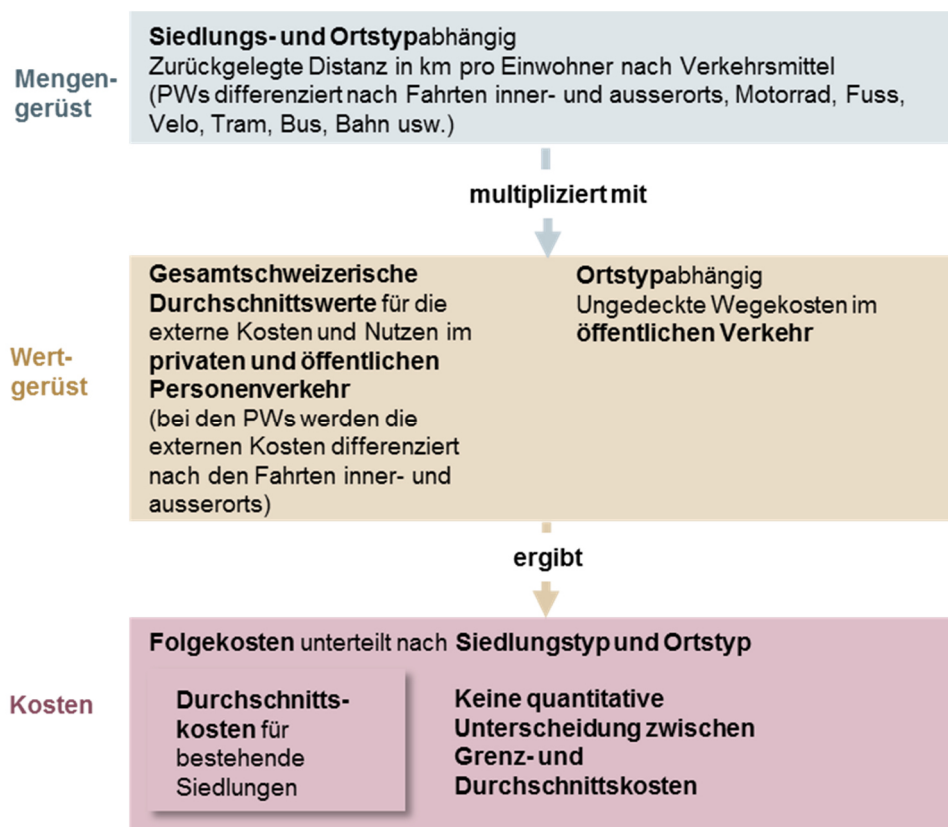
	Durchschnitts- kosten beste- hende Siedlung	kurz-/langfristige Grenzkosten	
		"Auffüllen"	"Neuer- schliessung"
Investitionen			
Innere Erschliessung			
- Hausanschlüsse (Vorplätze)			
- Quartierserschliessungsstrasse			
- Abstellplätze (Parkplätze, EH)			
Äussere Erschliessung			
- Anteil an bestehender Groberschliessung			
- Zusätzliche Groberschliessung			
Betrieb / Unterhalt			
Innere Erschliessung			
- Hausanschlüsse (Vorplätze)			
- Quartierserschliessungsstrasse			
- Abstellplätze (Parkplätze, EH)			
Äussere Erschliessung			
- Anteil an bestehender Groberschliessung			
- Zusätzliche Groberschliessung			

Legende: Grenzkosten = Durchschnittskosten

Beim Blickwinkel «**unterschiedliches Nutzerverhalten im Personenverkehr**» ergibt sich der in Abbildung 7-57 konkretisierte Normkostenansatz. Es wurde ein nach Siedlungs- und Ortstyp differenziertes Mengengerüst erstellt, d.h. das unterschiedliche Nutzerverhalten in Bezug auf die zurückgelegte Distanz wie auch das benutzte Verkehrsmittel wurde nach Orts- und Siedlungstyp differenziert. Beim Wertgerüst wurde für die externen Kosten und Nutzen des privaten und öffentlichen Personenverkehrs durchschnittliche gesamtschweizerische Durchschnittswerte verwendet, wobei beim PW-Verkehr unterschiedliche Kostensätze für Fahrten inner- und ausserorts grob abgeschätzt. Bei den ungedeckten Wegekosten konnten grob nach Ortstypen differenzierte Werte für Bus und Bahn hergeleitet werden. Beim Tram wurde auf eine Differenzierung nach Ortstyp verzichtet, da die Trams mehrheitlich nur in Kernstädten der Agglomerationen relevant sind.

Aus dem Mengen- und Wertgerüst werden die Folgekosten als Durchschnittskosten für bestehende Siedlungen berechnet. Auf eine Unterscheidung zwischen Grenz- und Durchschnittskosten wurde verzichtet.

Abbildung 7-57: Normkostenansatz unterschiedliches Nutzerverhalten im Personenverkehr



7.4.3 Mengengerüst Strasseninfrastruktur

a) Innere Erschliessung

Vorplätze und Fusswege

Die beiden Infrastruktureile werden zusammengefasst, da die Kostensätze beim Wertgerüst vergleichbar sind. In der nachfolgenden Abbildung sind die aus den Erschliessungsplänen ableitbaren Grössen aufgeführt.

Abbildung 7-58: Fläche der Vorplätze und Fussgängererschliessung, in m²

Typ	Wert	Kommentar
S1	80	Vorplatz
S2	350	Vorplätze, inkl. Garagenfläche
S3	835	Fläche der Fussgängererschliessung
S4	800	Fläche der Fussgängererschliessung
S5	800	Fläche der Fussgängererschliessung
S6	250	Fläche der Fussgängererschliessung

Abstellplätze

Die Anzahl Stellplätze ist für die sechs Siedlungstypen aus der Dimensionierung der Gebäude und der Anzahl Wohneinheiten abgeleitet worden. Es wird von einem Standard-Abstellplatz mit einer Fläche von 12.5m² (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.

Abbildung 7-59: Anzahl Stellplätze

Typ	Wert	Kommentar
S1	2	Unterstand, Garage
S2	18	Unterstand oder Garagen, mehr als 1 Abstellplatz / Wohneinheit (1.6 Abstellplätze pro Wohneinheit)
S3	30	Einstellhallenplätze, mehr als 1 Abstellplatz / Wohneinheit (1.4 Abstellplätze pro Wohneinheit)
S4	45	Einstellhalle unter einem Gebäude, ca. 15 Plätze / Zeile und 3 Zeilen, Anzahl Abstellplätze entspricht in etwa der Anzahl Wohneinheiten
S5	60	Einstellhalle unter einem Gebäude, ca. 15 Plätze / Zeile und 4 Zeilen. Pro Wohneinheit werden somit 0.8 Abstellplätze angeboten.
S6	135	Die Anzahl ergibt sich aus der Dimension des Gebäudes, weniger als 1 Abstellplatz / Wohneinheit (rund 0.54 Abstellplätze pro Wohneinheit)

Quartiererschliessung

Es handelt sich um eine rund 5m breite, einfache Strasse zur inneren Erschliessung der Siedlung.

Abbildung 7-60: Fläche der Quartiererschliessung, in m²

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	130	Strasse von der Groberschliessung in die Einstellhalle
S6	890	Strasse entlang des Gebäudes sowie in die Einstellhalle

b) Äussere Erschliessung**Groberschliessung**

Als Groberschliessung bezeichnen wir das lokale Strassennetz, welches zur Erschliessung von einzelnen Quartieren (Siedlungstypen) dient. Es handelt sich meist um Gemeindestrassen

und private Erschliessungsstrassen.⁹⁸ Die Länge der Groberschliessung wurde so gewählt, dass die empirisch beobachtete durchschnittliche Strassenlänge reproduziert werden kann.

Abbildung 7-61: Länge Groberschliessung in m

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
GrossZen	80	80	80	80	80	80
MNZen	100	100	100	100	100	100
Gürtel	135	135	135	135	135	135
LandGem	260	260	260	260	260	260

Für die äussere Erschliessung wird ein Abgleich auf die tatsächlich beobachteten empirischen Strassenlängen vorgenommen. Die Ergebnisse nach Ortstyp sind in der nachstehenden Abbildung zusammengefasst. Der Vergleich der berechneten spezifischen Strassenlängen (Modellergebnisse) mit den spezifischen Strassenlängen von 2324 Schweizer Gemeinden zeigt, dass mit den gewählten Vorgaben zur Berechnung der Länge der Groberschliessung die beobachteten spezifischen Strassenlängen reproduziert werden können.

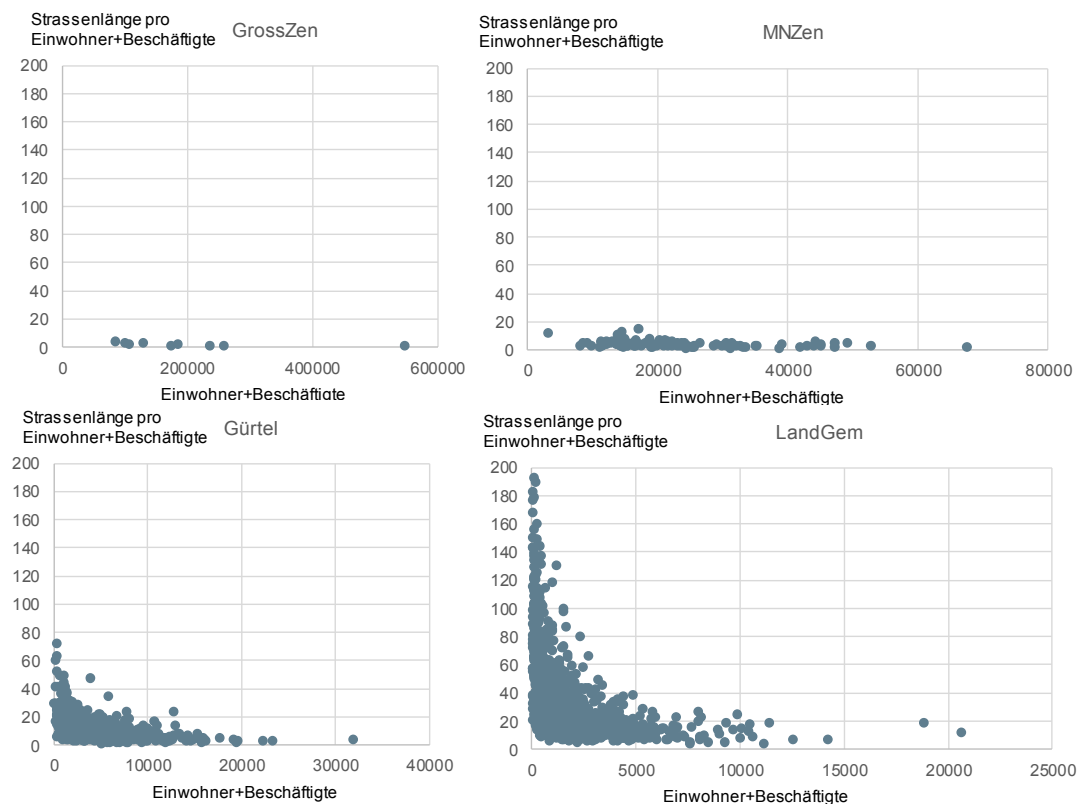
Abbildung 7-62: Länge des Strassennetzes (Quartierserschliessung, Groberschliessung) nach Ortstypen (Modellergebnisse und Vergleich mit empirischen Daten)

Länge pro Einwohner und Beschäftigte [m / Einw + 0.5*Besch]	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Modellergebnisse	1.8 m	4.1 m	8.5 m	22.3 m
Mittelwert aus Schweizer Gemeinden (2324 Gemeinden)	1.8 m (9 Gde)	4.1 m (107 Gden)	8.5 m (803 Gden)	22.2 m (1405 Gden)

Die nachfolgende Abbildung zeigt weiter, dass die «Streubreite» relativ gross ist und sich vor allem bei den kleineren Gemeinden grosse Unterschiede ergeben. Der nachfolgende Exkurs «Länge des lokalen Strassennetzes» weist aber darauf hin, dass mit der Gemeindegrösse (Einwohner und Beschäftigte) und der Siedlungsdichte, die Länge des lokalen Strassennetzes relativ gut erklärt werden kann.

⁹⁸ Die Groberschliessung setzt sich zusammen aus der Functional Road Class 4 (Local Connecting Roads), 5 (Local Roads of high Importance), 6 (Local Roads) und 7 (Local Roads of minor Importance). Nicht der Groberschliessung angerechnet werden die Functional Road Classes 0 (Motorways), 1 (Roads not belonging to «Main Road» major Importance), 2 (Other major Roads), 3 (Secondary Roads).

Abbildung 7-63: Beobachtete spezifische Länge für das lokale Strassennetz (Quartier- und Groberschliessung) für 2324 Schweizer Gemeinden



Anmerkung: Die Beschäftigten sind zu 50% gewichtet und es werden nur die Beschäftigten im 2. und 3. Sektor berücksichtigt.

Exkurs: Länge des lokalen Strassennetzes (Quartier- und Groberschliessung)

Die Länge des lokalen Strassennetzes ist einerseits abhängig von der Grösse und der Siedlungsstruktur der Gemeinde, andererseits spielen aber auch andere Faktoren wie Topografie usw. eine grosse Rolle. Es stellt sich die Frage, ob die Gemeindegrösse und ihre Siedlungsstruktur tatsächlich die dominierenden Einflussfaktoren zur Erklärung der Strassennetzlänge sind. Dazu haben wir – getrennt nach Ortstypen – multivariate OLS-Schätzungen durchgeführt.⁹⁹

Zu erklärende Variable:

- SL: Länge des Strassennetzes (Gemeindestrassen und private Erschliessungsstrassen, FRC-Kategorien 4 bis 7) für insgesamt 2324 Gemeinden

Erklärende Variablen:

⁹⁹ Es werden Daten für 2324 Gemeinden verwendet. Die Daten wurden vom ARE aufbereitet: Strassennetz gemäss TomTom, Stand 02.2016, Gemeinden: swisstopo swissBoundaries3D, Stand 1.1.2015, Gemeindetypologie ARE, Stand 1.1.2015.

- EINW+BESCH: Anzahl angeschlossene Einwohner und die Beschäftigten aus dem 2. und 3. Sektor (gewichtet um den Faktor 0.5)
- (EINW+BESCH)/AREAL: Siedlungsdichte berechnet aus Gebäudeareal (gesamtes Gebäudeareal für Wohnen, Arbeiten, öffentliche Bauten, Landwirtschaft und nicht näher spezifiziertes Gebäudeareal)¹⁰⁰ sowie den Einwohner und Beschäftigten (gewichtet um den Faktor 0.5) in Einwohner+Beschäftigte pro Hektare.

Es wurden verschiedene Modelle (logarithmiert, nicht logarithmiert, Gewichtung der Beschäftigten, Kreuztherme usw.) getestet. Das beste Modell (höchstes adjustiertes Bestimmtheitsmass) ist beidseitig logarithmiert:

$$\log(\text{SL}) = \log(\text{EINW+BESCH}) + (\text{EINW+BESCH})/\text{AREAL}$$

Die OLS-Schätzung für alle Gemeinden und Dummy für den Ortstyp (GrossZen, MNZen, Gürtel und LandGem) zeigt, dass der Ortstyp eine signifikante Rolle in der Erklärung der Länge des lokalen Strassennetzes spielt. Da für jeden Ortstyp genügend Beobachtungen vorliegen, haben wir vier OLS-Schätzungen – getrennt nach den vier Ortstypen – durchgeführt.

Wie die Schätzergebnisse in der nachfolgenden Abbildung zeigen, ist der Erklärungsgehalt mit einem adjustierten Bestimmtheitsmass von 0.82 für die Grosszentren bzw. 0.73 für die Mittel- und Nebenzentren sowie die Gürtel-Gemeinden relativ hoch. Sowohl die Grösse der Gemeinde – gemessen als Summe von Einwohner und der Hälfte der Beschäftigten – als auch die Siedlungsdichte sind hochsignifikante Erklärungsvariablen für die Länge des lokalen Strassennetzes. Dasselbe gilt grundsätzlich auch für die Landgemeinden. Allerdings ist hier der Erklärungsgehalt der Gemeindegrösse und der Siedlungsdichte ein wenig kleiner, da hier weitere Einflussgrössen wie die Topografie eine grössere Rolle spielen. Das adjustierte Bestimmtheitsmass beträgt für diesen Ortstyp 0.69.

¹⁰⁰ Hektardaten basierend auf BFS, Arealstatistik 2004/09, und swisstopo swissBoundaries3D, bearbeitet durch ARE, Stand 1.1.2015 sowie Gemeindetypologie ARE, Stand 1.1.2015.

Abbildung 7-64: Multivariate OLS für die Schätzung der Länge des Strassennetzes für 2324 Schweizer Gemeinden, differenziert nach Ortstypen, N=2324.

Ortstyp: Grosszentren (9 Gemeinden)

	<i>Koeffizienten</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>t-Statistik</i>	<i>P-Wert</i>
Schnittpunkt	5.201452	1.285223	4.0	0.00675
log(EINW+BESCH)	0.683262	0.113313	6.0	0.00094 ***
(EINW+BESCH)/AREAL	-0.004432	0.000905	-4.9	0.00272 ***

Signifikanzniveaus: *** < 1%; ** < 5%; * < 10%

Adjustiertes Bestimmtheitsmass 0.82

Ortstyp: Mittel- und Nebenzentren (107 Gemeinden)

	<i>Koeffizienten</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>t-Statistik</i>	<i>P-Wert</i>
Schnittpunkt	3.189704	0.545309	5.8	0.00000
log(EINW+BESCH)	0.918957	0.057703	15.9	0.00000 ***
(EINW+BESCH)/AREAL	-0.011760	0.000925	-12.7	0.00000 ***

Signifikanzniveaus: *** < 1%; ** < 5%; * < 10%

Adjustiertes Bestimmtheitsmass 0.73

Ortstyp: Gürtel der Gross- und Mittelzentren (803 Gemeinden)

	<i>Koeffizienten</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>t-Statistik</i>	<i>P-Wert</i>
Schnittpunkt	4.942434	0.116124	42.6	0.00000 ***
log(EINW+BESCH)	0.785486	0.016915	46.4	0.00000 ***
(EINW+BESCH)/AREAL	-0.019759	0.000893	-22.1	0.00000 ***

Signifikanzniveaus: *** < 1%; ** < 5%; * < 10%

Adjustiertes Bestimmtheitsmass 0.73

Ortstyp: Landgemeinden (1405 Gemeinden)

	<i>Koeffizienten</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>t-Statistik</i>	<i>P-Wert</i>
Schnittpunkt	6.127426	0.076049	80.6	0.00000 ***
log(EINW+BESCH)	0.700569	0.012514	56.0	0.00000 ***
(EINW+BESCH)/AREAL	-0.024783	0.001174	-21.1	0.00000 ***

Signifikanzniveaus: *** < 1%; ** < 5%; * < 10%

Adjustiertes Bestimmtheitsmass 0.69

7.4.4 Wertgerüst Strasseninfrastruktur ¹⁰¹

a) Innere Erschliessung

Investitionen 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:

- Eine asphaltierte Lösung kostet 250 bis 300 CHF / m². Bei Naturbelag ist mit Kosten von 150 bis 200 CHF / m² zu rechnen.
- Bei der häufig anzutreffenden Lösung Verbundsteine ist von Kosten in der Grössenordnung von 170 CHF / m² (inkl. Unterbau und Entwässerung) auszugehen (Arbeitskosten sind mit 105 CHF / m² relativ hoch).
- Die Kosten für Gehwegplatten betragen 145 bis 170 / m² (auch hier sind die Arbeitskosten die dominierenden Kostentreiber).

Die den Berechnungen zugrundeliegenden Werte sind folgende:¹⁰²

Abbildung 7-65: Investitionskosten Vorplätze und Fusswege, in CHF / m², ohne Landkosten

	Vorplatz
Investitionskosten, CHF / m ² *)	160

*) gilt für alle Siedlungstypen und Ortstypen.

Investitionen Quartierschliessungsstrasse

Auch hier hängen die Investitionskosten für eine **neu zu erstellende Quartierstrasse** (ohne Gehweg und Beleuchtung) vom unterstellten Ausführungsstandard ab. Bei der einfachsten Ausführung ist von Kosten in der Grössenordnung von 100 CHF / m² auszugehen, bei einer «lastwagen-gängigen» Ausführung von 150 CHF / m².

Für die Berechnungen gilt:

- einfache Strasse, ohne Beleuchtung und Gehweg: 100 CHF / m²
- einfache Strasse, ohne Beleuchtung und Gehweg, lastwagen-gängig: 150 CHF / m²
- Quartierstrasse, mit Beleuchtung und Gehweg: 170 bis 200 CHF / m²

¹⁰¹ Die Angaben für das Wertgerüst basieren auf Referenzprojekten und Berechnungsgrundlagen des Ingenieurbüros B+S AG. Es handelt sich dabei um die reinen Baukosten exkl. MwSt.

¹⁰² Grundsätzlich gehen wir davon aus, dass eine möglichst kostengünstige Lösung gewählt wird.

Abbildung 7-66: Investitionskosten Quartierschliessungsstrasse, in CHF / m², ohne Landkosten

Quartierstrasse	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Investitionskosten, CHF / m ² *)	100	170	170	170	170	170

*) gilt für alle Ortstypen.

Investitionen Abstellplätze

Bei den Abstellplätzen ist entscheidend, ob es sich um Unterstände, Garagen oder Einstellhallenplätze handelt.

Verfügbare Kostenschätzungen sind:

- einfacher Parkplatz von 12.5m²: ca. 2'125 CHF (ergibt 170 CHF/m² und entspricht den Investitionskosten für Quartierstrassen)
- Einzelgarage oder Garage in Garagenhof: 5'730 bis 11'460 CHF
- Einstellhallenplatz je nach Grösse (Anzahl Plätze, Stockwerke), Konstruktion, Baugrund: ca. 25'000 bis 45'000 CHF

Bei den Siedlungstypen 3 bis 6 wird grundsätzlich von Einstellhallenplätzen ausgegangen. Bei Siedlungstyp 1 (Streusiedlung) und 2 (Einfamilienhaus) wird von Garagen oder Unterständen ausgegangen.

Abbildung 7-67: Investitionskosten Abstellplatz, in CHF / Platz, ohne Landkosten

Investitionskosten Abstellplatz	S1	S2	S3	S4	S5	S6**)
Ausstattung	Unterstand und/oder Garage			Einstellhalle		
Investitionskosten pro Abstellplatz*)	8000	8000	25000	25000	25000	25000

*) gilt für alle Ortstypen (die Kosten für die Abstellplätze/Besucherparkplätze sind in den Kosten für den Vorplatz oder der Quartierschliessungsstrasse (S6) bereits eingerechnet).

***) die Besucherparkplätze sind unter der Quartierschliessung subsummiert.

Nutzungsdauern

Für die Nutzungsdauern der inneren Erschliessung gehen wir von folgenden Annahmen aus:

- **Quartierschliessungsstrasse:** Für die Quartierschliessung gehen wir von einer Nutzungsdauer von 50 Jahren aus. Dies ergibt eine Annuität von 3.9% beim vorgegebenen Realzins von 3%. Dies ist äquivalent mit der Annahme, dass mit einem durchschnittlichen

jährlichen Erhaltungsaufwand von 0.9% der Investitionskosten der Zustand der Strasse nachhaltig und langfristig gesichert werden kann.¹⁰³

- **Vorplätze und Fusswege:** Da die Vorplätze und Fusswege etwas weniger solid gebaut sind, unterstellen wir eine kürzere Lebensdauer als bei Quartierstrassen, nämlich 30 Jahre.
- **Abstellplätze:** Bei den Parkplätzen gehen wir von den 40 Jahren aus. Bei Einstellhallenplätze gehen wir von einer Nutzungsdauer von 100 Jahren aus.

Betrieb und Unterhalt: 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 bis 4 CHF / m². Bei anderen Lösungen dürften die Unterhaltskosten in der Grössenordnung von 2 bis 3 CHF liegen (1-2% der Investitionskosten als grobe Faustregel).

Hinzu kommen der jährliche betriebliche Unterhalt (Reinigung) in der Grössenordnung 1 bis 2 CHF / m², so dass ein plausibler Wert bei 4 CHF / m² zu liegen kommt.

Betrieb und Unterhalt: Quartiererschliessungsstrasse

Der betriebliche Unterhalt setzt sich aus folgenden Kosten zusammen:

- Winterdienst
- Reinigung
- Kleiner baulicher Unterhalt (kein Substanzerhalt, sondern Flickarbeiten)
- Grünpflege
- Beleuchtung
- Allfällige Aufwendungen für techn. Dienste

Anhaltspunkte für die Abschätzung der spezifischen Betriebs- und Unterhaltskosten lassen sich aus folgenden Quellen ableiten:

- Aus der Strasseninfrastrukturrechnung der Schweiz¹⁰⁴ ergeben sich Bruttoausgaben für den betrieblichen Unterhalt von Gemeindestrassen von insgesamt 1.343 Mio. CHF¹⁰⁵ für

¹⁰³ Diese 0.9% entsprechen dem Alterungsbeiwert II (Erneuerung, Ersatz, Instandsetzung, exkl. Reparatur, die im betrieblichen Aufwand subsummiert sind) für Strassen mit wenig technischer Ausrüstung.

¹⁰⁴ BFS (2015), Strasseninfrastrukturrechnung der Schweiz 2012.

¹⁰⁵ Der Wert gemäss BFS (2015), Strasseninfrastrukturrechnung der Schweiz 2012, beträgt 1.409 Mio. CHF inkl. MWST. Ohne MWST und unter grober Berücksichtigung des Vorsteuerabzugs ergibt sich ein Wert von 1.343 Mio. CHF.

das Jahr 2012. Die Länge des Gemeindestrassennetzes beträgt für das Jahr 2012 insgesamt 51'691 km.¹⁰⁶ Im **Durchschnitt über das gesamte Gemeindestrassennetz** ergeben sich somit jährliche Kosten für den betrieblichen Unterhalt von **26 CHF/m**.

- Die Hochschule für Technik in Rapperswil weist für Gemeindestrassen Betriebs- und Unterhaltskosten im Umfang von 2.8 bis 3.3 CHF / m² aus.¹⁰⁷
- Girmscheid et al. (2008) hat für verschiedene Gemeindegrössenklassen die Kosten für den betrieblichen Unterhalt erhoben:

Abbildung 7-68: Kosten für den betrieblichen Unterhalt nach Gemeindegrössen gemäss Girmscheid et al. (2008), Tabelle 46

Jährliche Kosten für den betrieblichen Unterhalt	< 5000 Einwohner	5000 bis 15'000 Einwohner	15'000 bis 50'000 Einwohner	> 50'000 Einwohner
CHF/m	8	27	40	87
CHF/m ²	1.8	3.2	5.5	8.1

Gemäss Girmscheid et al. ergeben sich sehr grosse Unterschiede beim betrieblichen Unterhalt. Die Kosten für den jährlichen betrieblichen Unterhalt betragen bei kleineren Gemeinden (< 5000 Einwohner) bezogen auf die Strassenfläche nur gerade 22% der Kosten für die grossen Gemeinden (> 50'000 Einwohner).

Die Quartierschliessungsstrassen gemäss unserem Normkostenansatz werden wenig befahren (v.a. Anwohner, Besucher und Zulieferer) und dementsprechend sind die Kosten für den betrieblichen Unterhalt sicher deutlich tiefer als der gesamtschweizerische Durchschnittswert für Gemeindestrassen von 26 CHF/m. Orientieren wir uns an Girmscheid et al., der für wenig befahrene Strassen in kleineren Gemeinden, betriebliche Unterhaltskosten von 1.8 CHF/m² bzw. 8 CHF/m erhoben hat und gehen wir von heutigen Preisen aus, so kann ganz grob mit folgenden Kosten für den jährlichen betrieblichen Unterhalt von wenig befahrenen Quartierstrassen ausgegangen werden:

Abbildung 7-69: Jährlicher betrieblicher Unterhalt, in CHF / m²

	Quartierstrasse
Jährlicher betrieblicher Unterhalt für die Quartierschliessung, CHF / m ² *)	2

*) gilt für alle Siedlungstypen und Ortstypen, die Unterschiede nach Ortstyp sind vernachlässigbar, da die Quartierstrassen praktisch ausschliesslich durch die Anwohner benutzt werden, sich also keine grossen, ortstypspezifischen Unterschiede bei der Abnutzung (z.B. wegen Busbetrieb) ergeben.

¹⁰⁶ Bundesamt für Statistik, Länge der National- und Kantons- und Gemeindestrassen, 1950 – 2014, T 11.3.1.3.

¹⁰⁷ Vgl. HSR (2016), Werterhalt der Strasseninfrastruktur.

Abstellplätze

Bei den Parkplätzen wird von den gleichen Zahlen wie bei den Vorplätzen ausgegangen. Die Einstellhallenplätze und Garagenplätze verursachen geringe Betriebs- und Unterhaltskosten, welche wir grob auf 50 CHF/Jahr und Platz veranschlagen (i.d.R. beschränken sich die Betriebs- und Unterhaltskosten auf periodische Reinigungen, Ersatz der Leuchten und Erneuerung von technischen Installationen wie Brandwarnung und -bekämpfung, Strom).

b) Äussere Erschliessung

Investitionskosten

Die Investitionskosten, welche bei der **Erstellung neuer Strassen** anfallen, bzw. die Wiederbeschaffungswerte vorhandener Strassen hängen entscheidend vom Ausbaustandard ab. Dieser wird aufgrund 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:

- 1'800 - 2'400 CHF / Laufmeter Strasse mit beidseitigem Trottoir (Strassenbreite von 7m und Trottoirbreite von $2 * 2m = 4m$) bzw. 1'400 - 2'000 CHF / Laufmeter für eine Strasse mit einseitigem Trottoir.¹⁰⁸
- Die Strassenentwässerung (exkl. Längsleitung) wird zusätzlich mit 210 - 330 CHF / Laufmeter veranschlagt. Falls zusätzlich eine Kanalisation dazu kommt, betragen die Kosten 1'000 - 1'250 CHF. Je nach Gefälle und Tiefe können die Kosten pro Laufmeter auch auf über 4'000 CHF zu stehen kommen.
- Girmscheid et al. (2008) und der Schweizerischer Gemeindeverband (2005) rechnen basierend auf der VSS-Norm SN 640 986 mit folgenden Wiederbeschaffungswerten (Kostenstand Jahr 2004):
 - Erschliessungsstrasse im Ortskern: 1'910 CHF/m
 - Sammelstrasse im Ortskern: 2'210 CHF/m
 - Sammelstrasse in Zwischengebieten ausserhalb Ortskern: 800 CHF/m¹⁰⁹

In unserem Normkostenansatz verwenden wir folgende Werte:

¹⁰⁸ Einschätzung B+S gemäss Erfahrungswerten.

¹⁰⁹ Strassen dieser Kategorie weisen in der Regel weniger technische Ausrüstungen, einfachere Erhaltungsanlagen und weniger Gestaltung auf.

Abbildung 7-70: Investitionskosten Groberschliessung, in CHF / Laufmeter, ohne Landkosten

	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Investitionskosten / Wiederbeschaffungswerte für die Groberschliessung, CHF/m *)	2'200	1'800	1'700	1'000

*) gilt für alle Siedlungstypen. Die Bandbreite ist allerdings sehr gross, da ein hoher Anteil an Kunstbauten zu deutlich höheren Kosten führen kann. Für die Stichstrasse zur Groberschliessung im Siedlungstyp 1 (Streusiedlung) wurde mit Investitionskosten von 800 CHF/m gerechnet.

Die jährlichen Kapitalkosten (Zinskosten und Wertverzehr bzw. notwendiger Erhaltungsaufwand für den Werterhalt der Strasse) wurden wie folgt bestimmt:

Abbildung 7-71: Jährliche Kapitalkosten im Normkostenansatz (Zinskosten und Wertverzehr bzw. notwendiger Erhaltungsaufwand) in CHF / Laufmeter

	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Investitionskosten / Wiederbeschaffungswerte für die Groberschliessung, CHF/m *)	2'200	1'800	1'700	1'000
Jährliche Zinskosten bei 3% Zins, CHF/m	66	54	51	30
Alterungsbeiwert *)	1.30%	1.10%	1.10%	0.90%
Jährlicher Wertverzehr oder langfristig notwendiger Erhaltungsaufwand, CHF/m	29	20	19	9
Total Jährliche Kapitalkosten bzw. Zinskosten + Erhaltungsaufwand	95	74	70	39
entspricht einer rechnerischen Nutzungsdauer von	40 Jahre	45 Jahre	45 Jahre	50 Jahre

*) Entspricht dem Alterungsbeiwerten II (Erneuerung, Ersatz, Instandsetzung, exkl. Reparaturen, welche im betrieblichen Unterhalt subsummiert sind) gemäss VSS-Norm SN 640 986 für Erschliessungs- und Sammelstrassen im Ortskern (1.3% für die Grosszentren) sowie Strasse mit wenig technischer Ausrüstung (0.9% für Landgemeinde). Für die Mittel- und Nebenzentren und die Gürtelgemeinden wurde ein durchschnittlicher Alterungsbeiwert von 1.1% unterstellt.

Vergleichen wir den so hergeleiteten jährlichen Wertverzehr bzw. langfristig notwendigen Erhaltungsaufwand mit den erhobenen Daten für den baulichen Unterhalt gemäss Girmscheid et al. (2008) so ergibt sich eine weitgehende Übereinstimmung:

Abbildung 7-72: Vergleich des Normkostenansatzes mit Girmscheid et al. (2008), Wertverzehr bzw. baulicher Aufwand in CHF / Laufmeter

Jährlicher Wertverzehr/Erhaltungsaufwand gemäss Normkostenmodell	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Jährlicher Wertverzehr oder langfristig notwendiger Erhaltungsaufwand, CHF/m	29	20	19	9
Jährlicher baulicher Unterhalt gemäss Grimmscheid et al. (2008)	> 50'000 Einwohner	15'000 bis 50'000 Einwohner	5000 bis 15'000 Einwohner	< 5000 Einwohner
Baulicher Unterhalt, CHF/m	29	18	17	9

Betrieb und Unterhalt

Angaben über Betriebs- und Unterhaltsausgaben bzw. -kosten lassen sich aus folgenden Quellen ableiten:

- Aus der schweizerischen Strasseninfrastrukturrechnung 2012 lassen sich für die jährlichen Bruttoausgaben für den Betrieb (exkl. Investitionen bzw. baulicher Unterhalt) folgende Werte für die Gemeindestrassen ableiten:¹¹⁰

Abbildung 7-73: Jährlicher Betriebsaufwand für Gemeindestrassen gemäss Strasseninfrastrukturrechnung 2012

	Betriebsausgaben Gemeindestrassen		
	Mio. CHF/Jahr (inkl. MWST)	Mio. CHF/Jahr (exkl. MWST)	CHF/m, Jahr (exkl. MWST)
Betrieblicher Unterhalt	1'409	1'343	26.0
Verwaltung	149	142	2.8
Signalisation	79	75	1.5
Verkehrsregelung und -überwachung	192	183	3.5
Betriebsausgaben	1'829	1'744	33.7

Im Durchschnitt ist somit mit jährlichen Betriebsausgaben bei den Gemeindestrassen von rund 33.7 CHF/Laufmeter zu rechnen.

- Der jährliche betriebliche Unterhalt (inkl. kleiner baulicher Unterhalt) und die Ausgaben für Verwaltung und Werkhof wurden von Girmscheid et al. (2008) differenziert nach Gemeindegrössenklassen erhoben:

¹¹⁰ Vgl. BFS (2015), Strasseninfrastrukturrechnung 2012.

Abbildung 7-74: Jährlicher betrieblicher Unterhalt und Ausgaben für Verwaltung und Werkhof gemäss Girmscheid et al. (2008) in CHF/Laufmeter

Jährlicher Aufwand für:	> 50'000 Einwohner	15'000 bis 50'000 Einwohner	5000 bis 15'000 Einwohner	< 5000 Einwohner
betrieblicher Unterhalt CHF/m	87	40	27	8
Verwaltung / Werkhof CHF/m	26	6	7	2
Total Betrieb/Unterhalt CHF/m	113	46	33	10

Die Erhebung von Girmscheid et al. zeigt, dass der betriebliche Aufwand pro Laufmeter Strasse für die grösseren Gemeinden rund 10 mal grösser ist als für kleinere Landgemeinden. Weiter ist festzuhalten, dass die Bandbreite beim betrieblichen Unterhalt sehr gross ist. Ein Grund dafür ist bspw. der Winterdienst, der bei Gemeinden im Alpenraum die Kosten für den betrieblichen Unterhalt dominieren.

Im Normkostenansatz wurden – angelehnt an die Differenzierung nach Gemeindegrössenklassen gemäss Girmscheid et al. (2008) – folgende jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten unterstellt.

Abbildung 7-75: Jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten (exkl. baulicher Unterhalt) im Normkostenansatz in CHF / Laufmeter

	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Total Betrieb/Unterhalt CHF/m	113	46	33	10

Die detaillierten Ergebnisse können den Tabellen in Anhang C bzw. Abschnitt 8.3 entnommen werden.

7.4.5 Mengengerüst unterschiedliches Nutzverhalten im Personenverkehr

Unter der Thematik «unterschiedliches Nutzverhalten im Personenverkehr» soll die Problematik der externen Kosten der ungedeckten ÖV Kosten zusammengefasst werden. Für die Berechnung der externen Kosten und der ungedeckten ÖV-Kosten nach Orts- und Siedlungstyp ist abzuschätzen, wie viele Kilometer die Personen je Orts- und Siedlungstyp mit welchem Verkehrsmittel zurücklegen. Dabei greifen wir auf Auswertungen aus dem Mikrozensus 2010¹¹¹ zurück:

- *Mobilitätsverhalten nach Ortstyp*: Die Synthesetabelle des Mikrozensus 2010¹¹² zeigt das detaillierte Verkehrsverhalten nach drei verschiedenen Raumstrukturen des Wohnorts, welche in Bezug gesetzt werden können zu den im vorliegenden Normkostenansatz verwendeten Ortstypen.
- *Mobilitätsverhalten nach Siedlungstypen*: Der Zusammenhang zwischen Siedlungsstruktur und Mobilitätsverhalten wurde von metron (2014)¹¹³ auf Basis des Mikrozensus 2010 untersucht. Auf Basis dieser Untersuchung wurden Annahmen zum Mobilitätsverhalten nach Siedlungstypen getroffen.

Mobilitätsverhalten nach Ortstyp

Die nachfolgende Abbildung 7-76 zeigt die nach Verkehrsmittel differenzierten zurückgelegten mittleren Tagesdistanzen nach der in der Synthesetabelle ausgewiesenen Raumstruktur des Wohnorts. Im Wesentlichen zeigt die Abbildung Folgendes:

- In städtischen Gemeinden sind die zurückgelegten durchschnittlichen Tagesdistanzen mit 31.90 km pro Person kürzer als in den ländlichen Gemeinden mit 40.78 km pro Person.
- In städtischen Gemeinden wird pro Person mehr km mit öffentlichen Verkehrsmitteln (Bahn, Tram, Bus) zurückgelegt als in ländlichen Gemeinden.
- Personen in ländlichen Gemeinden legen hingegen fast doppelt so viele Autokilometer zurück im Vergleich zu Personen in städtischen Gemeinden.

¹¹¹ Bundesamt für Raumentwicklung; BFS (2012), Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010.

¹¹² Bundesamt für Raumentwicklung; BFS (2012), Mikrozensus Mobilität in der Schweiz - Synthesetabellen 2010, su-d-11.03-MZ-2010-T00.

¹¹³ metron (2014), Dichte und Mobilitätsverhalten. Zusammenhang zwischen Siedlungsstruktur und Mobilitätsverhalten. Ein neuer Blick auf den Mikrozensus. SVI-Veranstaltungsreihe, St. Gallen, Folienpräsentation von Jonas Bendorfer.

Abbildung 7-76: Verkehrsmittelwahl und Tagesdistanzen in km pro Person, differenziert nach Raumstruktur des Wohnorts¹¹⁴

	Ganze Schweiz	Agglomern- gemeinden und isolierte Städte	übrige Agglomerations- gemeinden	ländliche Gemeinden
	pkm/Tag	pkm/Tag	pkm/Tag	pkm/Tag
PW	23.88	16.86	24.88	30.04
GW	0.42	0.36	0.36	0.58
MR	0.46	0.32	0.53	0.51
Mofa	0.05	0.02	0.03	0.11
Velo	0.79	0.90	0.76	0.70
fäG	0.04	0.03	0.04	0.06
Fuss	2.03	2.40	1.94	1.79
Bus	1.17	1.33	1.12	1.06
Tram	0.37	0.62	0.38	0.04
Bahn	7.06	8.98	6.51	5.88
Total	36.26	31.80	36.56	40.78

Legende: PW = Personenwagen,¹¹⁵ GW = Gesellschaftswagen/Reisecar, Bus = Bus und Postauto, MR = Motorrad¹¹⁶, fäG = fahrzeugähnliches Gerät, Fuss = Fussverkehr.

Quelle: Bundesamt für Raumentwicklung; BFS (2012), Mikrozensus Mobilität in der Schweiz - Synthesetabellen 2010, su-d-11.03-MZ-2010-T00.

Die im Mikrozensus verwendete Raumstruktur entspricht nicht genau der in dieser Studie verwendeten Raumstruktur bzw. der vier Ortstypen. Für die vier in vorliegender Studie verwendeten Ortstypen haben wir folgende Annahmen getroffen:

- GrossZen: entspricht «Agglomerengemeinden und isolierte Städte» gemäss Mikrozensus;
- Gürtel: entspricht «übrige Agglomerationsgemeinden» gemäss Mikrozensus;
- LandGem: entspricht «ländliche Gemeinden» gemäss Mikrozensus;
- MNZen: die zurückgelegten Distanzen und die Verkehrsmittelwahl wurden für die MNZen-Gemeinden so gewählt, dass aus der Bevölkerungsverteilung nach den vier Ortstypen und der Multiplikation der mittleren Tagesdistanzen die im Mikrozensus ausgewiesenen Totalwerte nach Verkehrsmittel ergeben.

¹¹⁴ Unter «PW» sind folgende im Mikrozensus unterschiedenen Verkehrsmittel subsummiert: Auto als Fahrer, Auto als Mitfahrer, Taxi. «Motorrad» setzt sich zusammen aus Kleinmotorrad, Motorrad als Fahrer, Motorrad als Mitfahrer. «Bus» deckt die Mikrozensuskategorien Bus und Postauto ab.

¹¹⁵ Das Verkehrsmittel Personenwagen setzt sich aus folgenden Mikrozensus-Kategorien zusammen aus: Auto als Fahrer, Auto als Mitfahrer, Taxi.

¹¹⁶ Das Verkehrsmittel Motorrad setzt sich aus folgenden Mikrozensus-Kategorien zusammen aus: Motorrad als Fahrer, Motorrad als Mitfahrer, Kleinmotorrad.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die so hergeleiteten Tagesdistanzen nach den in der vorliegenden Studie unterschiedenen Ortstypen.

Abbildung 7-77: Verkehrsmittelwahl und Tagesdistanzen in km pro Person, differenziert nach Ortstypen im Normkostenansatz

	Ganze Schweiz pkm/Tag	GrossZen pkm/Tag	MNZen pkm/Tag	Gürtel pkm/Tag	LandGem pkm/Tag
PW	23.88	16.86	21.06	24.88	30.04
GW	0.42	0.36	0.37	0.36	0.58
MR	0.46	0.32	0.41	0.53	0.51
Mofa	0.05	0.02	0.03	0.03	0.11
Velo	0.79	0.90	0.83	0.76	0.70
fäG	0.04	0.03	0.03	0.04	0.06
Fuss	2.03	2.40	2.17	1.94	1.79
Bus	1.17	1.33	1.23	1.12	1.06
Tram	0.37	0.62	0.48	0.38	0.04
Bahn	7.06	8.98	7.76	6.51	5.88
Total	36.26	31.80	34.37	36.56	40.78

Legende: PW = Personenwagen, GW = Gesellschaftswagen, MR = Motorrad, fäG = fahrzeugähnliches Gerät, Fuss = Fussverkehr.

Quelle: Eigene Abschätzung.

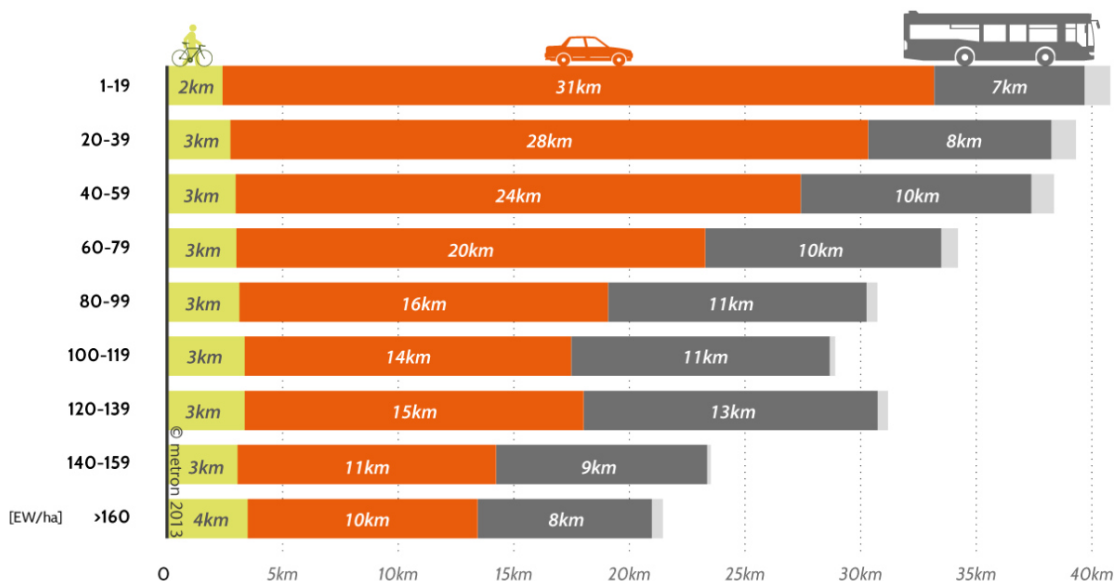
Mobilitätsverhalten nach Siedlungstyp

Metron (2014)¹¹⁷ hat die Verkehrsmittelwahl und die mittleren Tagesdistanzen differenziert nach der Dichte (gemessen in Einwohner/ha) aus dem Mikrozensus (2010) berechnet. Die nachfolgende Abbildung 7-78 zeigt das Mobilitätsverhalten nach der Dichte:

- Je dichter die Besiedlung desto kürzer die gesamten Tagesdistanzen.
- Je dichter die Besiedlung desto kleiner der im Auto zurückgelegten Tagesdistanzen.

¹¹⁷ metron (2014), Dichte und Mobilitätsverhalten. Zusammenhang zwischen Siedlungsstruktur und Mobilitätsverhalten. Ein neuer Blick auf den Mikrozensus. SVI-Veranstaltungsreihe, St. Gallen, Folienpräsentation von Jonas Bumbendorfer.

Abbildung 7-78: Verkehrsmittelwahl und Tagesdistanzen in km pro Person, differenziert nach Dichte (Einwohner/ha)



Legende: gelb = Langsamverkehr, rot = MIV, grau = ÖV

Quelle: metron (2014).

Auch hier entsprechen die in metron (2014) gewählten Dichtekategorien nicht den von uns verwendeten sechs Siedlungstypen (S1 bis S6). Die Verkehrsmittelwahl und die zurückgelegten Tagesdistanzen haben wir wie folgt aus metron (2014) abgeleitet:

- S1 entspricht der Dichtekategorie 1-19 gemäss metron (2014);
- S2 entspricht einem bevölkerungsgewichteten Durchschnitt der Dichtekategorien 1-19 und 20-39 gemäss metron (2014)¹¹⁸;
- S3 entspricht der Dichtekategorie 20-39 gemäss metron (2014);
- S4 entspricht der Dichtekategorie 40-59 gemäss metron (2014);
- S5 entspricht der Dichtekategorie 60-79 gemäss metron (2014);
- S6 entspricht der Dichtekategorie 120-139 gemäss metron (2014).

Die nachfolgende Abbildung 7-79 zeigt die so hergeleiteten Tagesdistanzen nach den in der vorliegenden Studie unterschiedenen Siedlungstypen.

¹¹⁸ In metron (2014) wurde ausgewiesen, wie sich die Bevölkerung auf die verschiedenen Dichtekategorien aufteilt (bspw. 21.1% in die Kategorie 1-19 Einwohner/ha oder 30.1% in die Dichtekategorie 20-39 Einwohner/ha). Die Dichtekategorien im Normkostenansatz können zwar nicht direkt mit denjenigen in metron (2014) verglichen werden, wir wissen aber, dass bspw. 4.3% der Bevölkerung in S1 und 27.7% in S2 leben. Daraus schliessen wir, dass sich S2 anteilmässig aus den Dichtekategorien 1-19 und 20-39 zusammensetzt.

Abbildung 7-79: Verkehrsmittelwahl und Personenkilometer pro Tag, differenziert nach Siedlungstypen

Siedlungstyp	Langsamverkehr pkm / Tag	MIV pkm / Tag	ÖV pkm / Tag
S1	2.0	31.0	7.0
S2	2.2	30.3	7.2
S3	3.0	28.0	8.0
S4	3.0	24.0	10.0
S5	3.0	20.0	10.0
S6	3.0	15.0	13.0

Quelle: Eigene Abschätzung.

Differenzierung nach Fahrten inner- und ausserorts

Gesamthaft werden in der Schweiz im Personenverkehr ca. 61.4% der Fzkm ausserorts erbracht und ca. 38.6% innerorts.¹¹⁹ Diese gesamthaft inner- und ausserorts zurückgelegten Fahrzeugkilometer haben wir wie folgt in Tagesdistanzen pro Einwohner (pkm/Tag) differenziert nach Orts- und Siedlungstyp umgelegt:

- 1. Schritt: Die gesamthaft mit dem PW zurückgelegte Distanz wurde gemäss Abbildung 7-77 auf die Ortstypen aufgeteilt.
- 2. Schritt: Innerhalb der Ortstypen wurde die gesamthaft mit dem PW zurückgelegte Distanz gemäss Abbildung 7-79 auf die sechs Siedlungstypen aufgeteilt.
- 3. Schritt: Für die Aufteilung der gesamthaft mit dem PW zurückgelegten Distanzen in inner- und ausserorts wurde vereinfacht angenommen, dass die innerorts zurückgelegten Distanzen bei allen Ortstypen gleich gross sind.

Die nachfolgende Abbildung 7-80 zeigt die so hergeleiteten inner- und ausserorts zurückgelegten PW-Tagesdistanzen, differenziert nach Orts- und Siedlungstyp.

¹¹⁹ Diese Abschätzung beruht auf der Aufteilung der Fzkm der bfu auf innerorts, ausserorts und Autobahn (bfu 2015, Status 2015: Statistik der Nichtberufsunfälle und des Sicherheitsniveaus in der Schweiz, S. 27, Tabelle USV.T.07). Die Fzkm auf der Autobahn werden dann zu 22% innerorts zugeordnet (Berechnung mit Hilfe einer GIS-Überlagerung der Autobahnen mit der Arealstatistik, wobei bebaut (ohne Industrie) als innerorts betrachtet wurde (Ermittlung durch EBP für die Schweiz im Rahmen einer Bewertung)).

Abbildung 7-80: Aufteilung PW-Verkehr in Fahrten inner- und ausserorts, Personenkilometer pro Tag

Siedlungstyp	Ortstyp	Tagesdistanzen pro Einwohner (pkm/Tag)				Anteil innerorts
		PW	PW innerorts	PW ausserorts		
S1	GrossZen	29.1	13.1	16.0	45%	
S2	GrossZen	28.5	12.8	15.7	45%	
S3	GrossZen	26.3	11.8	14.5	45%	
S4	GrossZen	22.5	10.1	12.4	45%	
S5	GrossZen	18.8	8.4	10.3	45%	
S6	GrossZen	14.1	6.3	7.7	45%	
S1	Gürtel	32.8	13.1	19.7	40%	
S2	Gürtel	32.1	12.8	19.3	40%	
S3	Gürtel	29.7	11.8	17.8	40%	
S4	Gürtel	25.4	10.1	15.3	40%	
S5	Gürtel	21.2	8.4	12.7	40%	
S6	Gürtel	15.9	6.3	9.6	40%	
S1	MNZen	30.7	13.1	17.6	43%	
S2	MNZen	30.1	12.8	17.2	43%	
S3	MNZen	27.7	11.8	15.9	43%	
S4	MNZen	23.8	10.1	13.6	43%	
S5	MNZen	19.8	8.4	11.4	43%	
S6	MNZen	16.1	6.3	9.8	39%	
S1	LandGem	38.4	13.1	25.3	34%	
S2	LandGem	37.6	12.8	24.8	34%	
S3	LandGem	34.7	11.8	22.8	34%	
S4	LandGem	29.7	10.1	19.6	34%	
S5	LandGem	24.8	8.4	16.3	34%	
S6	LandGem	18.6	6.3	12.2	34%	

Quelle: Eigene Abschätzung.

Mengengerüst für das unterschiedliche Nutzverhalten im Personenverkehr

Für die übrigen Verkehrsmittel wurden die zurückgelegten Tagesdistanzen in gleicher Art und Weise bestimmt wie für die PWs:

- 1. Schritt: Die gesamthaft zurückgelegte Distanz je Verkehrsmittel wurde gemäss Abbildung 7-77 auf die Ortstypen aufgeteilt.

- 2. Schritt: Innerhalb der Ortstypen wurde die gesamthaft zurückgelegte Distanz je Verkehrsmittel gemäss Abbildung 7-79 auf die sechs Siedlungstypen aufgeteilt.¹²⁰

Die nachfolgende Abbildung 7-81 zeigt die so hergeleiteten Tagesdistanzen, differenziert nach Verkehrsmittel sowie Orts- und Siedlungstyp. Diese Abbildung entspricht dem im Normkostenansatz unterstellten Mengengerüst.

Abbildung 7-81: Verkehrsmittelwahl und Tagesdistanzen in km pro Person, differenziert nach Siedlungs- und Ortstypen, Mengengerüst Personenverkehr im Normkostenansatz

Siedlungstyp	Ortstyp	Tagesdistanzen pro Einwohner (pkm/Tag)												Total
		PW	PW inner-orts	PW ausser-orts	GW	MR	Mofa	Velo	fäG	Fuss	Bus	Tram	Bahn	
S1	GrossZen	29.1	13.1	16.0	0.6	0.6	0.0	0.6	0.0	1.4	0.8	0.4	5.3	38.8
S2	GrossZen	28.5	12.8	15.7	0.6	0.6	0.0	0.9	0.0	2.0	0.9	0.4	6.1	40.1
S3	GrossZen	26.3	11.8	14.5	0.5	0.6	0.0	0.9	0.0	2.0	1.1	0.6	7.6	39.7
S4	GrossZen	22.5	10.1	12.4	0.5	0.5	0.0	0.9	0.0	2.0	1.1	0.6	7.6	35.7
S5	GrossZen	18.8	8.4	10.3	0.4	0.4	0.0	0.9	0.0	2.0	1.2	0.6	8.4	32.8
S6	GrossZen	14.1	6.3	7.7	0.3	0.3	0.0	0.9	0.0	2.0	1.2	0.6	8.4	27.9
S1	Gürtel	32.8	13.1	19.7	0.5	0.8	0.0	0.5	0.0	1.1	0.7	0.3	4.3	41.2
S2	Gürtel	32.1	12.8	19.3	0.4	0.8	0.0	0.7	0.0	1.7	0.9	0.3	5.0	42.0
S3	Gürtel	29.7	11.8	17.8	0.4	0.7	0.0	0.7	0.0	1.7	1.1	0.4	6.2	41.0
S4	Gürtel	25.4	10.1	15.3	0.4	0.6	0.0	0.7	0.0	1.7	1.1	0.4	6.2	36.6
S5	Gürtel	21.2	8.4	12.7	0.3	0.5	0.0	0.7	0.0	1.7	1.2	0.4	6.8	32.9
S6	Gürtel	15.9	6.3	9.6	0.2	0.4	0.0	0.7	0.0	1.7	1.2	0.4	6.8	27.4
S1	MNZen	30.7	13.1	17.6	0.5	0.7	0.0	0.5	0.0	1.2	0.8	0.3	4.9	39.7
S2	MNZen	30.1	12.8	17.2	0.5	0.7	0.0	0.8	0.0	1.9	0.9	0.4	5.6	40.8
S3	MNZen	27.7	11.8	15.9	0.5	0.6	0.0	0.8	0.0	1.9	1.1	0.5	7.0	40.1
S4	MNZen	23.8	10.1	13.6	0.4	0.6	0.0	0.8	0.0	1.9	1.1	0.5	7.0	36.0
S5	MNZen	19.8	8.4	11.4	0.3	0.5	0.0	0.8	0.0	1.9	1.2	0.5	7.7	32.7
S6	MNZen	16.1	6.3	9.8	0.3	0.4	0.0	0.8	0.0	1.9	1.2	0.5	7.7	28.9
S1	LandGem	38.4	13.1	25.3	0.7	0.8	0.1	0.5	0.0	1.0	0.7	0.0	4.0	46.3
S2	LandGem	37.6	12.8	24.8	0.7	0.8	0.1	0.7	0.1	1.6	0.8	0.0	4.6	46.9
S3	LandGem	34.7	11.8	22.8	0.6	0.7	0.1	0.7	0.1	1.6	1.0	0.0	5.8	45.3
S4	LandGem	29.7	10.1	19.6	0.5	0.6	0.1	0.7	0.1	1.6	1.0	0.0	5.8	40.1
S5	LandGem	24.8	8.4	16.3	0.5	0.5	0.1	0.7	0.1	1.6	1.1	0.1	6.3	35.6
S6	LandGem	18.6	6.3	12.2	0.3	0.4	0.1	0.7	0.1	1.6	1.1	0.1	6.3	29.2

Quelle: Eigene Abschätzung.

¹²⁰ Zu beachten ist, dass metron (2014) bspw. nicht zwischen Tram, Bus, Bahn oder zwischen Fuss, fäG und Velo unterscheidet. Zur Aufteilung der Tagesdistanzen innerhalb der Ortstypen auf die einzelnen Siedlungstypen muss daher bspw. für Tram, Bus und Bahn derselbe Indikator – nämlich Gesamtdistanz ÖV gemäss metron (2014) – gewählt werden

7.4.6 Wertgerüst für die Berechnung der Folgekosten des unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens im Personenverkehr

Das Wertgerüst setzt sich aus zwei Arten von Kosten und Nutzen zusammen:

- a) Externe Kosten und Nutzen: Kostensätze (in Rappen pro km) für den externalisierten Teil der Gesundheits-, Gebäude-, Klima-, Lärm-, Unfall- und weitere Kosten und Nutzen (externer Gesundheitsnutzen des Langsamverkehrs).
- b) Ungedeckte ÖV-Kosten: Hier handelt es sich um die nicht von den Verkehrsnutzern getragenen Infrastruktur- und Betriebskosten der Transportunternehmen des öffentlichen Verkehrs, welche in der Regel über Abgeltungen durch die öffentliche Hand auf die Allgemeinheit übertragen werden.

a) Externe Kosten und Nutzen

Für die externen Kosten und Nutzen des Personenverkehrs auf der Strasse und der Schiene liegen in der Schweiz detaillierte Schätzungen vor. Wir basieren unsere Schätzungen auf den Werten aus dem Jahre 2010, da hier für alle Verkehrsmittel Schätzungen vorliegen.¹²¹ Die nachfolgende Abbildung zeigt die unterstellten Kostensätze (in Rp./km), unterteilt nach Verkehrsmittel.

¹²¹ Die Schätzungen zu den externen Kosten werden jeweils jährlich durch das Bundesamt für Raumentwicklung und das Bundesamt für Statistik aktualisiert. Das aktuellste publizierte Jahr ist das Jahr 2012.

Abbildung 7-82: Externe Kostensätze nach Verkehrsmittel, in Rp./pkm (Jahr 2010)

Externe Effekte pro pkm	Personenverkehr Strasse in Rp / pkm									Schienenverkehr in Rp./pkm Bahn
	Motorisierter privater Personenverkehr				Langsamverkehr			Öffentlicher Personenverkehr		
	PW	GW	MR	Mofa	Velo	fäG	Fuss	Bus, Trolley	Tram	
Mio. pkm										
Grundlage Gesundheit / Gebäude Luft	94'412	2'513	3'023	145	2'116	114	4'895	3'088	978	17'100
Grundlage Lärm	87'186	2'601	2'389	138	2'116	114	4'895	3'150	1'018	17'839
Grundlage Übrige	83'775	2'499	2'296	132	2'116	114	4'895	3'027	978	19'177
Rp. pro pkm										
Gesundheit Luft	1.1	0.9	0.3	0.4	-	-	-	1.9	n.a.	0.7
Gebäude Luft	0.2	0.2	0.1	0.1	-	-	-	0.4	n.a.	0.1
Ernteausfälle Luft	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	0.1	-	0.0
Waldschäden Luft	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	0.1	-	0.0
Biodiversitätsverluste Luft	0.1	0.1	0.0	0.0	-	-	-	0.2	-	0.0
Lärm	0.7	0.7	10.4	1.2	-	-	-	1.1	0.1	0.6
Klima	1.1	0.4	0.8	0.6	-	-	-	0.9	-	0.0
Natur und Landschaft	0.7	0.2	0.4	0.4	0.2	0.1	0.1	0.3	0.0	0.5
Bodenschäden	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-	-	0.2	0.0	0.1
Vor- und nachgelagerte Prozesse	0.6	0.2	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.6	0.2
Unfälle	0.7	0.1	11.2	44.6	21.3	40.3	7.4	0.2	0.1	0.0
Städtische Räume	0.1	0.0	0.1	0.1	-	-	-	0.1	0.1	0.1
Gesundheitsnutzen Langsamverkehr	-	-	-	-	-18.4	n.a.	-18.2	-	-	-
Total aller Kostenbereiche	5.6	2.8	23.8	47.9	3.7	40.9	-10.3	6.0	1.0	2.3
Abzug LSVA-Anteil	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Total mit LSVA Abzug (Sicht Verkehrsträger)	5.6	2.3	23.8	47.9	3.7	40.9	-10.3	6.0	1.0	2.3

Legende: PW = Personenwagen, GW = Gesellschaftswagen, MR = Motorrad, fäG = fahrzeugähnliches Gerät, Fuss = Fussverkehr, n.a. = not available (nicht verfügbar)

Quelle: Ecoplan, infras (2014), Externe Effekte des Verkehrs 2010. Monetarisierung von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten. Bericht zuhanden des Bundesamts für Raumentwicklung.¹²²

Die Personenwagen (PW) weisen im Gesamtsaldo mit Abstand die höchsten externen Kosten auf (für die Kommentierung der externen Kosten und Nutzen nach einzelnen Teilbereichen wird auf Ecoplan, Infrac (2014) verwiesen). Der PW-Anteil an den gesamten externen Kosten im Personenverkehr auf der Strasse und der Schiene beträgt rund 70%.¹²³ Für diesen bedeu-

¹²² Bus und Trolley wurden – gewichtet nach der Verkehrsleistung in pkm – zusammengefasst.

¹²³ Die externen Kosten betragen im Personenverkehr auf der Strasse 6.6 Mrd. CHF und auf der Schiene 0.4 Mrd. CHF. Der PW-Verkehr allein verursacht externe Kosten von 4.8 Mrd. CHF im Jahr 2010, vgl. Ecoplan, Infrac (2014).

tenden Teil der externen Kosten nehmen wir eine weitere Differenzierung vor, indem wir Kostensätze für Fahrten inner- und ausserorts schätzen. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Kostensatz für den PW-Verkehr, differenziert in Fahrten inner- und ausserorts.

Abbildung 7-83: Externe Kostensätze des PW-Verkehrs, differenziert für Fahrten inner- und ausserorts, in Rp./pkm (Jahr 2010)

Externe Effekte pro pkm	PW total	PW total	PW innerorts	PW ausserorts
Mio. pkm				
Grundlage Gesundheit / Gebäude Luft	94'412	94'412	36'480	57'932
Grundlage Lärm	87'186	87'186	33'688	53'498
Grundlage Übrige	83'775	83'775	32'370	51'404
Rp. pro pkm				
Gesundheit Luft	1.08	1.43	2.38	0.84
Gebäude Luft	0.22			
Ernteauffälle Luft	0.03			
Waldschäden Luft	0.03			
Biodiversitätsverluste Luft	0.10	0.10	0.10	0.10
Lärm	0.74	0.74	1.91	-
Klima	1.14	1.14	1.24	1.08
Natur und Landschaft	0.72	0.72	0.09	1.11
Bodenschäden	0.07	bei Luftbelastung		
Vor- und nachgelagerte Prozesse	0.64	0.64	0.67	0.62
Unfälle	0.71	0.71	1.13	0.44
Städtische Räume	0.11	0.11	0.28	-
Total aller Kostenbereiche	5.59	5.59	7.80	4.20

Quelle: Eigene Abschätzung.

Für die Differenzierung der externen Kosten des PW-Verkehrs in Fahrten inner- und ausserorts haben wir folgende Annahmen getroffen:

- Luftbelastung (Gesundheit, Gebäude, Ernteauffälle, Waldschäden sowie Bodenschäden): Die Aufteilung auf innerorts und ausserorts erfolgt mit Hilfe von NISTRA (Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte¹²⁴). Damit werden auch die Vorgaben der SN 641 828 «Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Externe Kosten» miteinbezogen.

¹²⁴ Ecoplan (2010), Handbuch eNISTRA 2010.

Dabei werden folgende Unterschiede zwischen inner- und ausserorts berücksichtigt: Unterschiedliche Emissionsfaktoren der Schadstoffe sowie unterschiedliche Kostensätze für lokale Schäden (aber nicht für regionale Schäden).¹²⁵

- Biodiversitätsverluste Luft: Hier erfolgt keine Differenzierung zwischen inner- und ausserorts, weil es sich hier um Schäden handelt, die durch Luftschadstoffe verursacht werden, die über weite Strecken transportiert werden. Der genaue Ort der Emission spielt deshalb keine Rolle.
- Lärm: Bei den Lärmkosten werden nur Effekte am Wohnort mitberücksichtigt. Diese Kosten sind deshalb in erster Linie den Innerortsfahrten anzulasten. Bei der Herleitung des Kostensatzes wird der Anteil der pkm innerorts an den gesamten pkm berücksichtigt.
- Klima: Da es sich beim Klima um ein globales Problem handelt, spielt es keine Rolle, wo die Treibhausgasemissionen anfallen, d.h. die Kostensätze für Inner- und Ausserortsfahrten unterscheiden sich nur aufgrund der unterschiedlichen Emissionsfaktoren (mit NISTRA berechnet).
- Natur und Landschaft: Hier werden Habitatverluste und Habitatfragmentierungen betrachtet. Dies betrifft vor allem Ausserortsstrecken (nur ca. 5% der Kosten fallen innerorts an). Deshalb sind in diesem Kostenbereich für einmal die Kosten ausserorts höher.
- Vor- und nachgelagerte Prozesse: In diesem Bereich müssen wir mangels valider Grundlagen davon ausgehen, dass die Effekte innerorts und ausserorts gleich sind – mit einer Ausnahme: Die Kosten der Energiebereitstellung (Aufbereitung Benzin und Diesel) werden gleich verteilt wie die Klimakosten, da beide vom Benzin- und Dieserverbrauch abhängig sind.
- Unfälle: Bei den Unfällen werden die unterschiedlichen Unfallraten nach Strassentyp berücksichtigt (mit NISTRA d.h. gemäss SN 641 824 «Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Unfallraten und Unfallkostensätze» berechnet).
- Städtische Räume: Diese externen Kosten fallen nur bei Innerortsfahrten an.

Die nachfolgende Abbildung 7-84 zeigt die im Normkostenansatz unterstellten Sätze für die externen Kosten im Personenverkehr.¹²⁶

Abbildung 7-84: Externe Kostensätze im Normkostenansatz, in Rp./pkm (Jahr 2010)

Siedlungs- typ	Orts- typ	Externe Kosten (Rp./pkm)											
		PW	PW inner- orts	PW ausser- orts	GW	MR	Mofa	Velo	fäG	Fuss	Bus	Tram	Bahn
Alle	Alle	5.6	7.8	4.2	2.3	23.8	47.9	3.7	40.9	-10.3	6.0	1.0	2.3

¹²⁵ Das Ergebnis von NISTRA sind Kosten pro Fzkm, die dann mit den offiziellen Zahlen des BfS für den durchschnittlichen Besetzungsgrad in der Schweiz in Kosten pro pkm umgerechnet werden.

¹²⁶ Es wurden die Werte aus der Grundlagenstudie aus dem Jahr 2010 verwendet. Auf eine Aktualisierung oder Indizierung auf das Jahr 2016 wurde verzichtet.

b) Ungedekte ÖV-Kosten

Die ungedeckten ÖV-Kosten konnten wir nur ganz grob bestimmen. Wir haben – differenziert für Bus, Tram und Bahn – folgende Annahmen getroffen:

- *Tram*: Beim Tram haben wir keine Differenzierung nach Ortstyp vorgenommen. Die angenommenen 25 Rappen/pkm entsprechen in etwa den Abgeltungen der relativ tramlastigen Berner (bernmobil) und Basler Verkehrsbetrieben (BVB).¹²⁷
- *Bus*: Gemäss BFS (2015) betragen die Infrastruktur- und Verkehrsmittelkosten im öffentlichen Strassenverkehr 75 Rappen/pkm.¹²⁸ Der Beitrag der Verkehrsnutzenden liegt bei 34 Rappen/pkm. Es ergeben sich somit durchschnittliche ungedeckte Kosten von 41 Rappen/pkm. Wir haben vereinfachend angenommen, dass in Gürtel- und MNZen-Gemeinden mit rund 40 Rappen/pkm ungedeckte Kosten gerechnet werden muss. In Städten gehen wir mit 35 Rappen/pkm mit leicht tieferen ungedeckten Kosten und in ländlichen Gemeinden mit 50 Rappen/pkm von leicht höheren ungedeckten Kosten aus.
- *Bahn*: Gemäss BFS (2015) betragen die Infrastruktur- und Verkehrsmittelkosten im Schienenpersonenverkehr 44 Rappen/pkm.¹²⁹ Der Beitrag der Verkehrsnutzenden liegt bei 22 Rappen/pkm. Es ergeben sich somit durchschnittliche ungedeckte Kosten von 22 Rappen/pkm. Die Differenzierung nach Ortstyp haben wir anhand von Linienerefolgsrechnungen für über 100 Schweizer Privatbahnlagen und über 200 Berner Regionalbahnlagen ausgewählter Transportunternehmen vorgenommen. Jede einzelne Linie wurde dabei – stark vereinfachend - einem einzigen hauptsächlich zu erschliessenden Ortstyp zugewiesen und die durchschnittlichen Abgeltungen pro pkm nach Ortstyp berechnet.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die unterstellten Kostensätze für die die ungedeckten ÖV-Kosten im Normkostenansatz. Es muss an dieser Stelle betont werden, dass es sich um grobe Einschätzungen handelt und die Bandbreiten der ungedeckten Kosten je nach Unternehmen oder Linie sehr gross sind.

Abbildung 7-85: Ungedekte ÖV-Kosten im Normkostenansatz, in Rp./pkm (Jahr 2012/2014)

Siedlungstyp	Ortstyp	Von Verkehrsnutzenden nicht gedeckte Infrastruktur- und Verkehrsmittelkosten des öffentlichen Verkehrs (Rp./pkm)		
		Bus	Tram	Bahn
alle	GrossZen	35	25	5
alle	Gürtel	40	25	25
alle	MNZen	40	25	20
alle	LandGem	50	25	35

¹²⁷ Bernmobil weist gemäss Geschäftsbericht 2014 Abgeltungen von 48 Mio. CHF und 216 Mio. pkm aus, was Abgeltungen von 22.6 Rappen/pkm ergibt. Für die Basler Verkehrsbetriebe berechnen sich Abgeltungen von 24.6 Rappen/pkm.

¹²⁸ BFS(2015), Kosten und Finanzierung des Verkehrs (KFV).

¹²⁹ BFS(2015), Kosten und Finanzierung des Verkehrs (KFV).

7.5 Stromversorgung

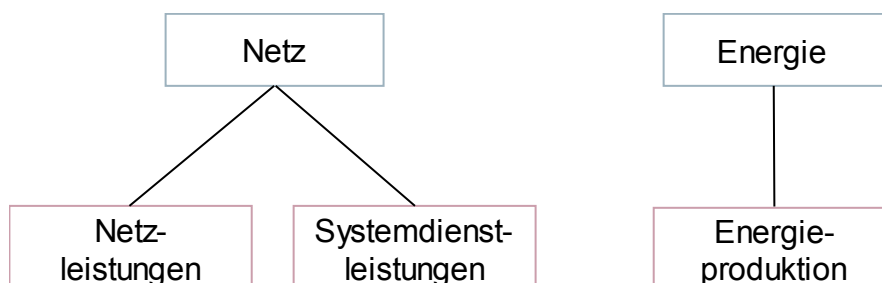
Die Stromverteilung wird in der Schweiz von rund 650 Energieversorgungsunternehmen (Private Gesellschaften, Kantons-, Stadt- oder Gemeindewerke, gemischte Unternehmen) vorgenommen. Die Werke weisen bezüglich ihrem Versorgungsgebiet und Stromumsatz eine grosse Heterogenität auf.

Die jährlichen Gesamtausgaben (Ausgaben für Stromproduktion und Stromverteilung) für Strom beliefen sich 2013 auf 9.9 Mrd. CHF bei einem durchschnittlichen Endverbraucherpreis von 16.7 Rp./kWh.¹³⁰ Der Strompreis für die Konsumenten (Haushalte) lag 2013 bei rund 18.9 Rp./kWh.¹³¹ Bei einem Endverbrauch der Haushalte von 18.8 TWh¹³² ergeben sich Ausgaben von 3.55 Mrd. CHF für die Haushalte oder rund 450 CHF/Jahr. Rund die Hälfte des Strompreises¹³³ deckt die Kosten für die Netznutzung ab, also rund 1.8 Mrd. CHF für alle Haushalte oder rund 230 CHF pro Kopf.

7.5.1 Systemgrenzen und Wirkungsmodell

Bei der Systemabgrenzung muss zwischen dem Netz- und Energieteil unterschieden werden, vgl. Abbildung 7-86. Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich ausschliesslich auf den Netzteil. Die Stromproduktion zählt nicht zur Erschliessungsinfrastruktur und wird daher in dieser Betrachtung nicht weiter berücksichtigt.

Abbildung 7-86: Die Komponenten der Stromversorgung: Netz und Energie



¹³⁰ BFE Bundesamt für Energie (2015), Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2014, Tabelle 41.

¹³¹ Typ III (Jahresverbrauch: 4'500 kWh), vgl. Bundesamt für Energie (2015) Gesamtenergiestatistik 2014, Tabelle 37.

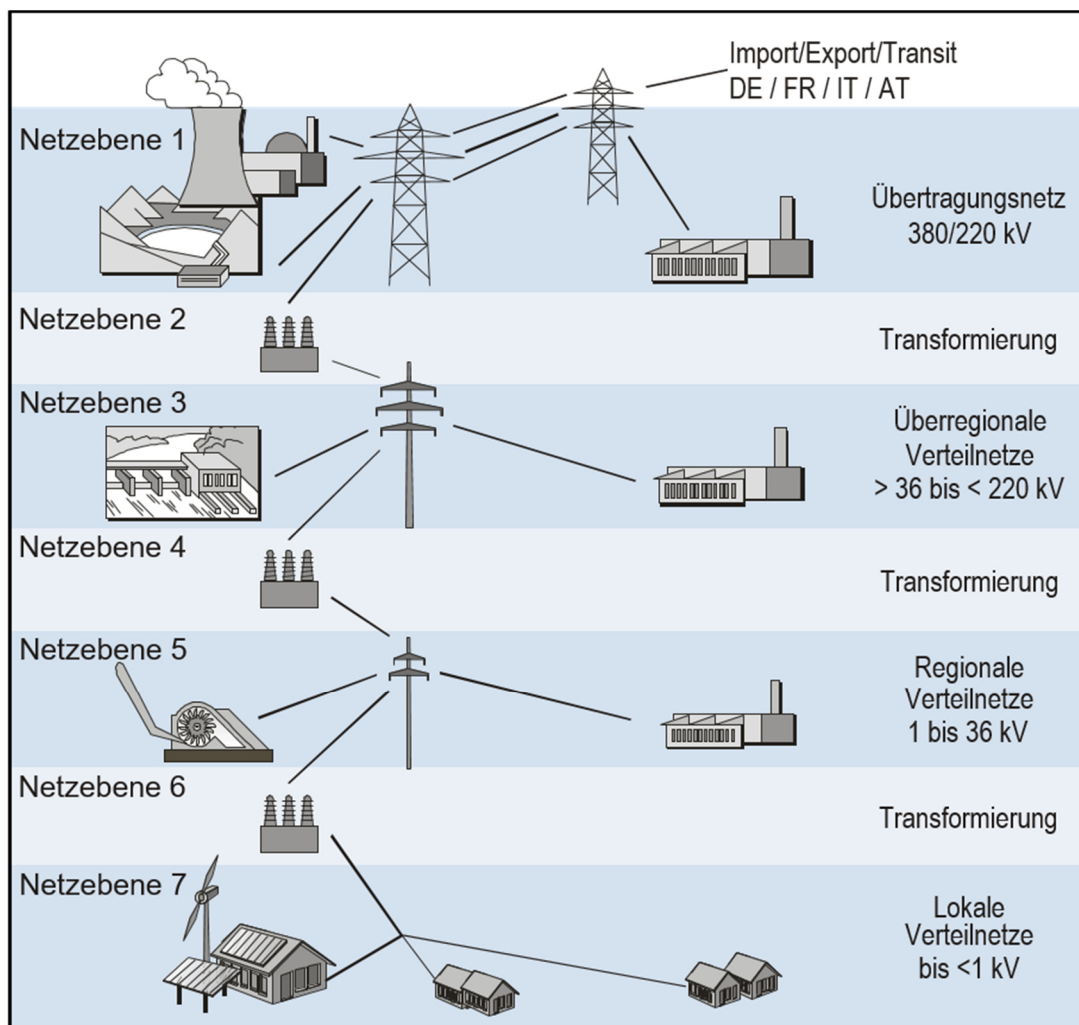
¹³² BFE Bundesamt für Energie (2015) Gesamtenergiestatistik 2014, Tabelle 17, Wert für das Jahr 2013.

¹³³ Vgl. Strompreiserhebung der Eidgenössischen Elektrizitätskommission ElCom, <https://www.strompreis.elcom.admin.ch/Map/ShowSwissMap.aspx>

Für die Systemabgrenzung der Netzinfrasturkturkosten ist es erforderlich, sich einen Überblick über das schweizerische Netzsystem zu verschaffen. Es können insgesamt vier Spannungsebenen und drei Transformationsebenen¹³⁴ unterschieden werden (vgl. Abbildung 7-87):

- Netzebene 1: **Übertragungsnetz** (380/220kV, Höchstspannungsnetze);
- Netzebene 2: **Transformation** vom **Übertragungsnetz** auf das **überregionale Verteilnetz**;
- Netzebene 3: **Überregionales Verteilnetz** (150/110/50kV, Hochspannungsnetze);
- Netzebene 4: **Transformation** vom **überregionalen Verteilnetz** auf das **regionale Verteilnetz**;
- Netzebene 5: **Regionales Verteilnetz** (20/16/10/6kV, Mittelspannungsnetze);
- Netzebene 6: **Transformation vom regionalen** auf das **lokale Verteilnetz**;
- Netzebene 7: **Lokales Verteilnetz** (<1kV, Niederspannungsnetze).

¹³⁴ Es handelt sich dabei um Gebäude und technische Anlagen (Transformatoren) zur Umwandlung des Stroms auf eine höhere oder tiefere Spannungsebene.

Abbildung 7-87: Das Netzebenenmodell der Schweiz¹³⁵

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.

a) Welche Kostenbestandteile des Stromversorgungsnetzes werden untersucht?

In Abbildung 7-88 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.

¹³⁵ VSE (2016), Marktmodell für die elektrische Energie – Schweiz.

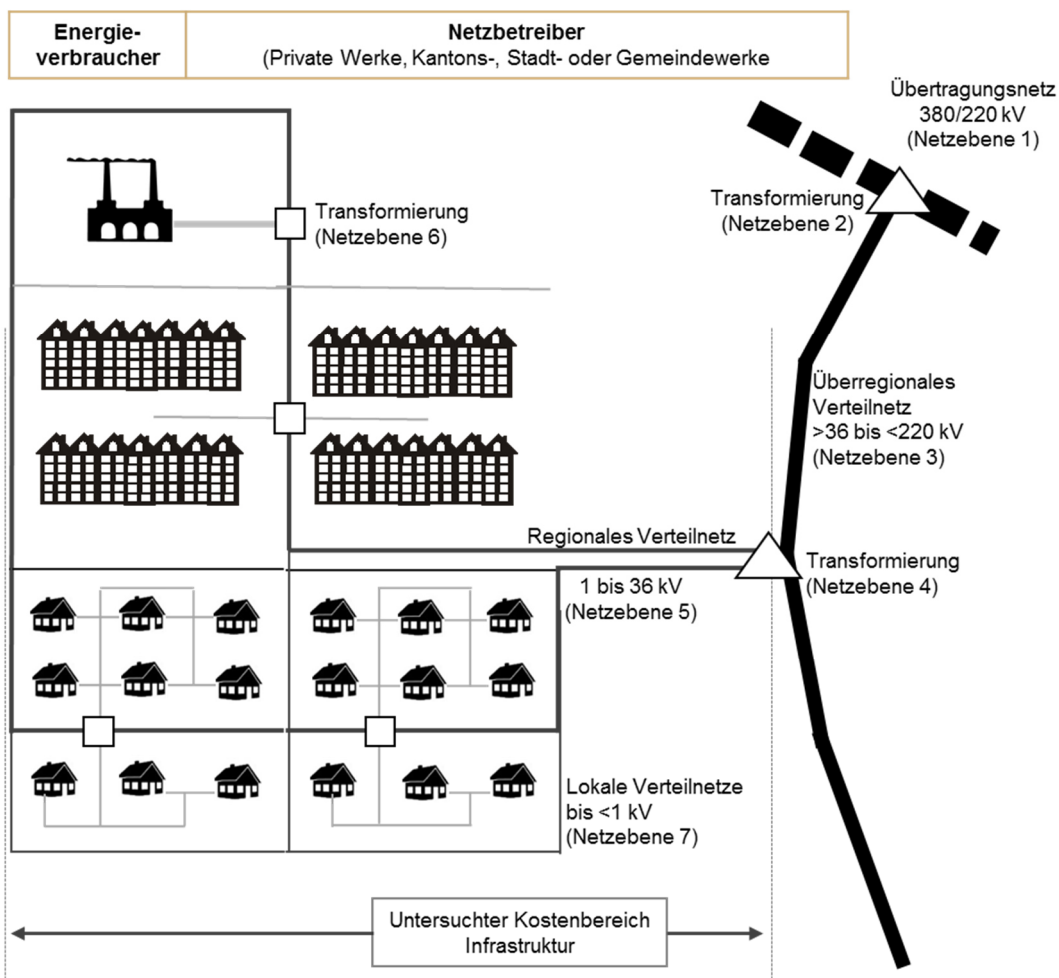
Das **überregionale Verteilnetz** folgt im Wesentlichen den Ortsschwerpunkten. Wie der Name besagt, dient das überregionale Verteilnetz der überregionalen Erschliessung von Dörfern, Agglomerationen oder Städten. Je nach Umfang des Leistungsbedarfs für die darunterliegende regionale bzw. lokale Verteilung 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. 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 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 Ringssystem konzipiert, der Zusammenschluss erfolgt in so genannten Kabinen.

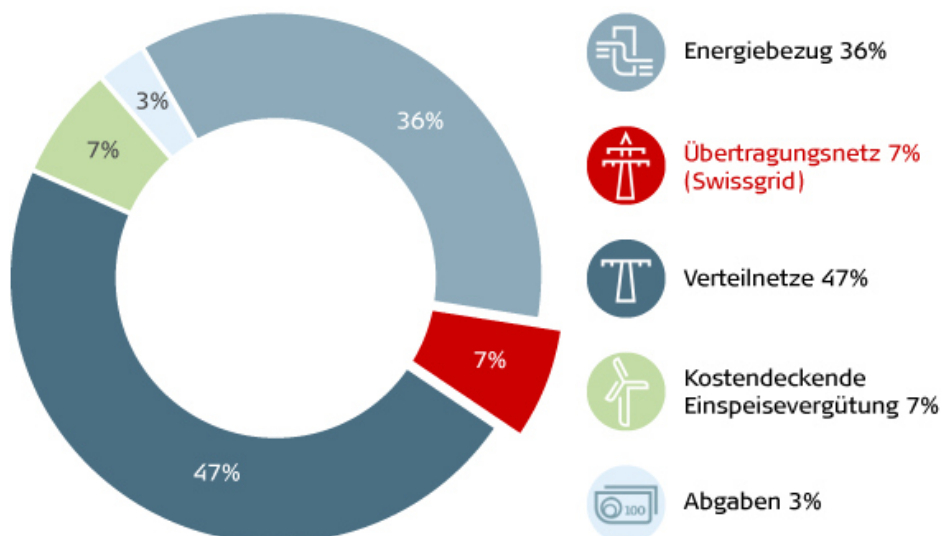
Die siedlungs- oder ortstypspezifische Abhängigkeit der Infrastrukturkosten sehen wir in erster Linie auf der Ebene der regionalen und lokalen Verteilung. Folgender Grund spricht dafür: Das nationale Übertragungsnetz und das überregionale Verteilnetz lassen sich nicht unmittelbar einer Siedlung zuordnen, sondern dienen zur Erschliessung grösserer Regionen. Diese grossräumige Erschliessung wird nicht in die vorliegende Untersuchung einbezogen, 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 Entscheid über eine Neuansiedlung kaum mehr Sinn macht.

Abbildung 7-88: Systemabgrenzung: Untersuchte Kostenbereiche des Stromnetzes



Der durchschnittliche (nicht mengengewichtet) Haushaltstarif (Typ III, H3) betrug über alle 677 von der EICom erhobenen EVUs 8.57 Rp./kWh, dies mit einer Bandbreite von 2.2 bis 16.3 Rp./kWh. Für das Übertragungsnetz fallen rund 1.1 Rp./kWh an (vgl. Abbildung 7-89). Die Aufwendungen für das überregionale und nationale Verteilnetz betragen rund 1/3.¹³⁶ Die Netzkosten auf der lokalen und regionalen Verteilebene betragen somit durchschnittlich rund 5 Rp./kWh (mit einer grossen Bandbreite je nach Netzgebiet) im Vergleich zu 1.5 bis 5 Rp./kWh für die überregionale und nationale Verteilung.

¹³⁶ Vgl. dazu EcoPlan (1999), Service Public im liberalisierten Strommarkt.

Abbildung 7-89: Zusammensetzung des Strompreises¹³⁷

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

¹³⁷ Für das Jahr 2016 gemäss Swissgrid:
https://www.swissgrid.ch/dam/swissgrid/company/publications/de/tarifgrafik_2016_de.pdf (20.09.2016).

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 bis S6) 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 bis S6) 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 bis S6) 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 kostengünstig 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 darunterliegende 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 weiteren Einflussfaktoren beeinflussen die Höhe der Infrastrukturkosten?

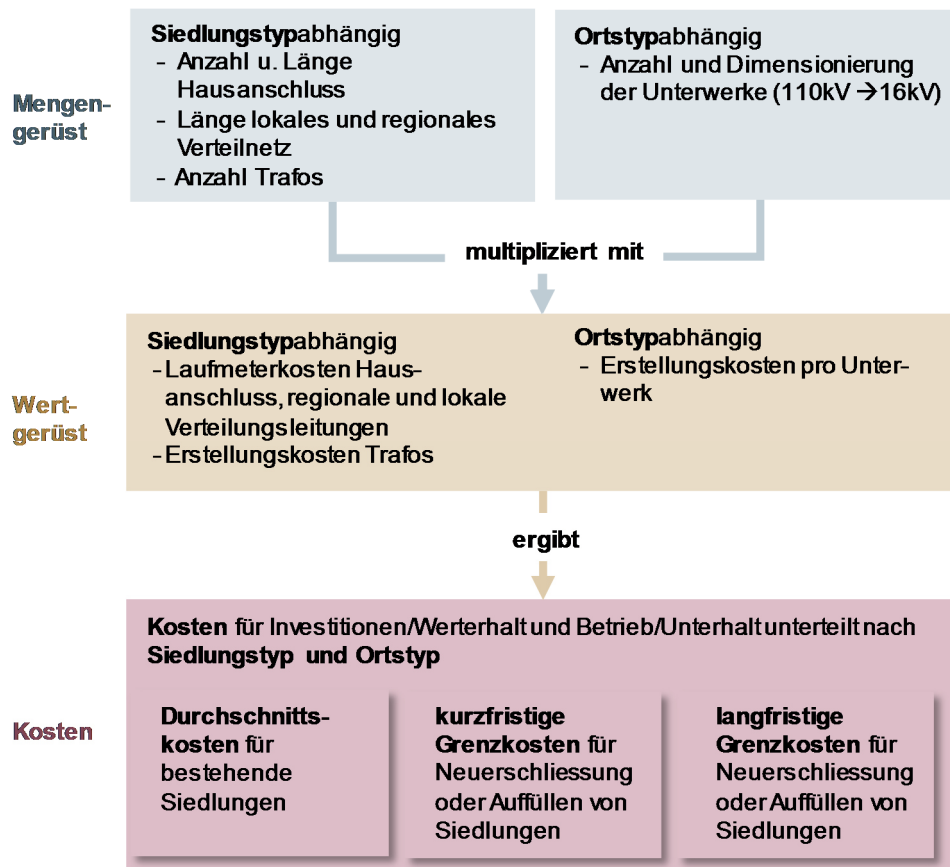
Im Strombereich ist vor allem auf zwei Einflussfaktoren hinzuweisen, welche nicht vom Siedlungs- oder Ortstyp abhängig sind:

- **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 Verteilleitungen auf einen grösseren Mengenumsatz bzw. auf eine höhere angeschlossene Leistung umgelegt werden. Dies bewirkt tiefere Kosten pro kWh bzw. pro kW angeschlossener Leistung.
- **Ladestationen, PV Anlagen und weitere neue Anwendungen:** Schnellladestationen und andere neue leistungsstarke Lasten sowie leistungsstarke dezentrale Einspeisungen könnten zukünftig zu höheren Kosten der Netzinfrastruktur in Gebieten mit hoher PV-Anlagedichte oder Schnellladestationen.

7.5.2 Normkostenansatz

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

Abbildung 7-90: Normkostenansatz für die regionale und lokale Erschliessung im Strombereich



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 Abbildung 7-91 dargestellt.

Abbildung 7-91: Durchschnitts- versus kurz- und langfristige Grenzkosten bei der Stromerschliessung

	Durchschnitts-	kurzfristige Grenzkosten		Langfristige Grenzkosten	
	kosten beste- hende Gebiete	"Auffüllen"	"Neuer- schliessung"	"Auffüllen"	"Neuer- schliessung"
Investitionen					
Innere Erschliessung					
- Hausanschlüsse (Kasten)	■	■	■	■	■
- Zähler		■		■	
- Kabinen (S6: Technikraum)		■		■	
- Lokales Verteilnetz (Leitung)		■		■	
- Lokales Verteilnetz (Graben)					
- Trafostationen					
Äussere Erschliessung					
- Regionales Verteilnetz	■		■		■
- Zuleitung zum reg. Verteilnetz	■			■	
- Unterwerk				■	■
Betrieb / Unterhalt					
Innere Erschliessung					
- Hausanschlüsse (Kasten)	■	■	■	■	■
- Zähler		■		■	
- Kabinen (S6: Technikraum)		■		■	
- Lokales Verteilnetz (0.4kV)		■		■	
- Trafostationen					
Äussere Erschliessung					
- Regionales Verteilnetz	■		■		■
- Zuleitung zum reg. Verteilnetz	■			■	
- Unterwerk				■	■
- Netzdienstleistung / Verwaltung		■	■	■	■

Legende: ■ volle Kosten relevant

- Die **Durchschnittskosten** entsprechen den Gesamtkosten des Stromnetzes¹³⁸ pro Einwohner oder pro Wohneinheit. Sie geben Auskunft über die Kostenstruktur der bestehenden Siedlungen.

¹³⁸ Betrachtet werden die Kosten für die Stromnetze, inkl. Systemdienstleistungen und Verwaltungskosten, aber ohne Abgaben und Kosten für die Stromproduktion.

- 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 **«Neuerschliessung»** für die Errichtung der Quartierserschliessung (lokales Verteilnetz, Trafostation, Kabinen) sowie der Hausanschlüsse an. Ebenso muss die Groberschliessung (regionales Verteilnetz) neu erstellt werden.
 - Beim **«Auffüllen/Verdichten»** entfällt die Neuerrichtung der Groberschliessung und auch ein Teil der inneren Erschliessung ist im Normalfall bereits vorhanden. Wir gehen davon aus, dass aber auch bei «Auffüllen/Verdichten» das lokale Verteilnetz erweitert werden muss (aber ohne Grabarbeiten).¹³⁹
- 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 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.

¹³⁹ Diese vereinfachende Annahme gilt vermutlich grösstenteils, wenn Quartiere aus den 80iger Jahren verdichtet werden. Falls es Quartiere aus den 50iger Jahren sind, ist eine Aussage schwierig. Früher wurden Leitungen oft mit Decksteinen oder direkt im Boden verlegt, was ein Teil der Verteilnetzbetreiber aus Kostengründen auch heute noch machen. Die Mehrzahl wird aber Rohre verlegen. Zudem sind ältere Rohre oft defekt, z.B. wegen Wurzeln, mechanischen Beschädigungen, Terrainveränderungen, Versprödung der Rohre, etc.

7.5.3 Mengengerüst

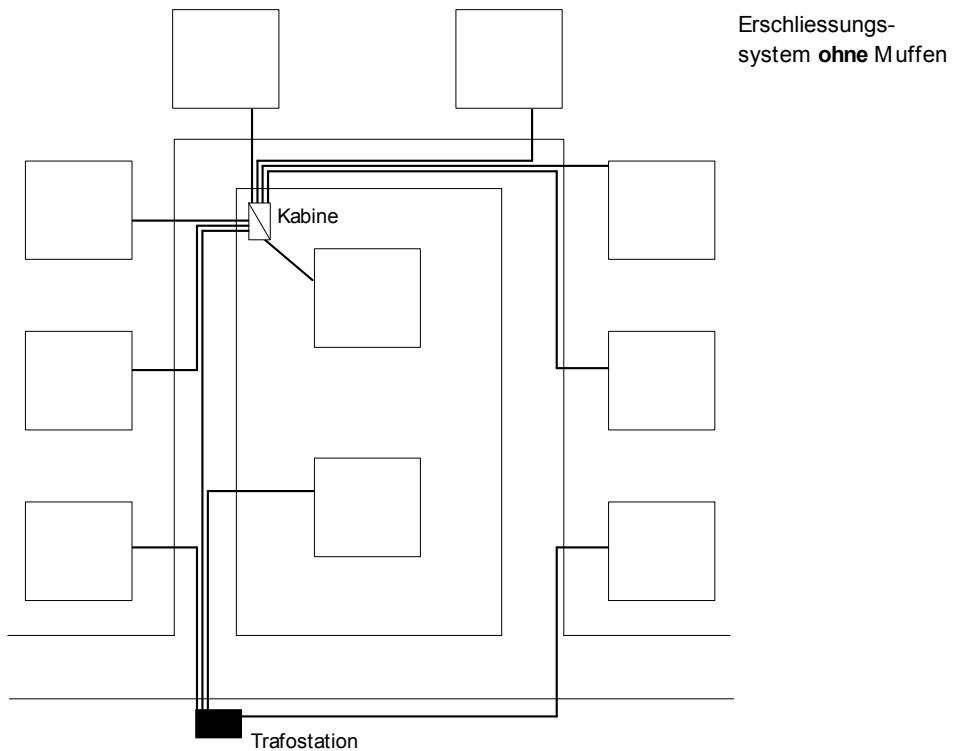
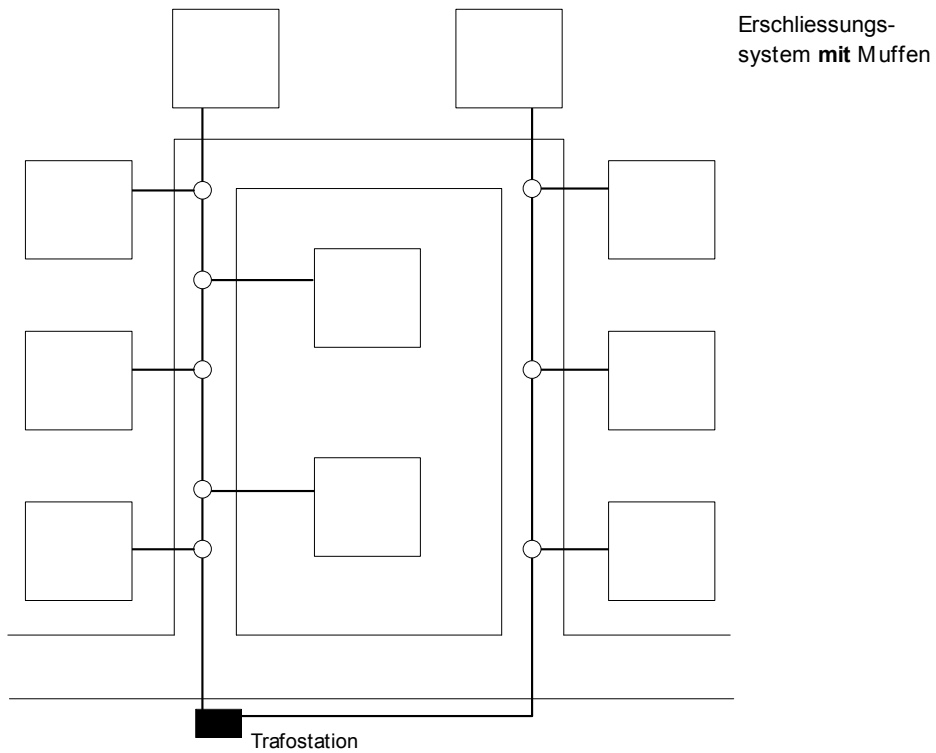
a) Innere Erschliessung

Für die Stromversorgung innerhalb eines Quartiers bieten sich im Wesentlichen zwei unterschiedliche Erschliessungskonzepte an:

- Bei einem System mit Muffen werden die Hausanschlüsse über sogenannte Muffen an die Quartierserschliessung angeschlossen. Die Leitung für die Quartierserschliessung 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 Quartierserschliessungs-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 Hausanschlusses 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 dass Grabarbeiten erforderlich werden.

Ob die Vorteile die Nachteile der grösseren Kabellängen aufwiegen wird von EVU zu EVU anders beurteilt. Die meisten Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) haben aber die innere Erschliessung nach dem Konzept des muffenlosen Systems aufgebaut.¹⁴⁰ Für die vorliegende Untersuchung wird davon ausgegangen, dass die innere Erschliessung über ein muffenloses System erfolgt.

¹⁴⁰ Es gibt aber mehrere, auch grössere EVUs, für welche sich aus ihrer Sicht die Mehrkosten eines muffenlosen Systems nicht lohnen.

Abbildung 7-92: Stromerschliessungssysteme auf der lokalen Ebene mit/ohne Muffen

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.

Abbildung 7-93: Anzahl Hausanschlüsse mit Armaturen

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Hausanschluss (Kasten)	1	11	1	4	4	0

Beim Siedlungstyp 6 wird davon ausgegangen, dass die Erschliessung direkt auf den Trafo läuft. Bei den Reiheneinfamilienhäusern (S3) können mit einem Kasten alle Zähler (21) abgesichert werden.

Verbunden mit dem Hausanschluss ist auch die Installation von Zählern. Üblicherweise wird pro Wohnung ein Zähler installiert.

Abbildung 7-94: Anzahl Zähler

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Zähler	1	11	21	45	75	253

Kabinen

Die Kabinen dienen einerseits als «kleinste» Verteilzentralen innerhalb eines Quartiers und andererseits als «Kopplungsstelle» zum Zusammenschluss von Ringleitungen.

Abbildung 7-95: Anzahl Kabinen

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Kabinen	0	2	1	1	1	0

Beim Siedlungstyp 1 erfolgt die Erschliessung direkt ab der Trafostation. Beim Siedlungstyp 4 und 5 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.

Lokales Verteilnetz (Kabelleitung, Graben)

Wie einleitend erwähnt gehen wir davon aus, dass die Quartiererschliessung über ein muffenloses System erfolgt. Dies erfordert relativ grosse Kabellängen.

Abbildung 7-96: Kabelleitungen in Laufmeter⁽¹⁴¹⁾ (Niederspannung, 0.4kV⁽¹⁴²⁾)

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Kabelleitungen in m	50	530	230	260	260	160

Abbildung 7-97: Grabarbeiten für lokales Verteilnetz in Laufmeter

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Grabarbeiten in m	50	265	230	180	180	60

Die Längenangaben für die Kabelleitungen und Grabarbeiten haben sich seit der letzten Erhebung im Jahr 2000 nicht verändert, weil man bereits damals von einer muffenlosen Verteilung ausging und somit die Verlegeart gleichgeblieben ist. 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.

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.

¹⁴¹ 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.

¹⁴² Von Niederspannung spricht man bis zu einer Spannung von <1kV. Viele Niederspannungsnetze in der Schweiz basieren auf 0.4kV.

Abbildung 7-98: Anzahl Trafostationen

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Trafostation	1	0.25	0.25	0.5	0.5	1

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 Grösse S2 oder S3 Platz haben.

b) Äussere Erschliessung

Groberschliessung

Die Groberschliessung besteht aus der Mittelspannungsebene und dem Anteil des Niederspannungsnetzes, welches im Rahmen der hier vorgenommenen Abgrenzung nicht zur inneren Erschliessung gezählt wird. Zur Verbesserung der Versorgungssicherheit wird das regionale Verteilnetz oft als Ringleitungssystem angelegt, so dass bei potenziellen Netzunterbrüchen möglichst wenige Konsumenten längere Zeit ohne Strom sind.¹⁴³ Anteilmässig ist den dichter besiedelten Gebieten ein höherer Anteil der Groberschliessung anzulasten, da die Ringsysteme in dicht besiedelten Gebieten engmaschiger sind.

Ähnlich wie bei den anderen Infrastrukturbereichen haben wir die den einzelnen Siedlungstypen anrechenbaren Groberschliessung so gewählt, dass die empirisch beobachteten durchschnittlichen Leitungsnetzlänge reproduziert werden konnten.

Abbildung 7-99: Länge der Groberschliessung in Laufmeter

Regionales Verteilnetz in m'	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Ortstypen GrossZen, MNZen, Gürtel	100	100	300	350	350	350
Ortstyp LandGem	250	250	300	350	350	350

¹⁴³ Die Ringe sind i.d.R. nicht geschlossen, da dies zu sogenannten Ringflüssen führen kann. Diese verursachen Netzprobleme und höhere Verluste. Wenn eine Leitung ausfällt kann in einem Gebiet mit einer Ringleitung aber schnell so umgeschaltet werden, dass die Versorgung wiederhergestellt ist. Der Schaden muss dann noch nicht repariert sein. Der Unterbruch ist dann aber z.B. 20min statt 10h. Auch für Unterhalt, Reparaturen und Erweiterungen kann in einem System mit Ringen oft (fast) ohne Einschränkung der Kunden ein Teil vom Netz abgeschaltet werden, während der Rest noch versorgt wird. Ohne Ring würde es grössere und längere Abschaltungen für Unterhalt und Ausbau brauchen.

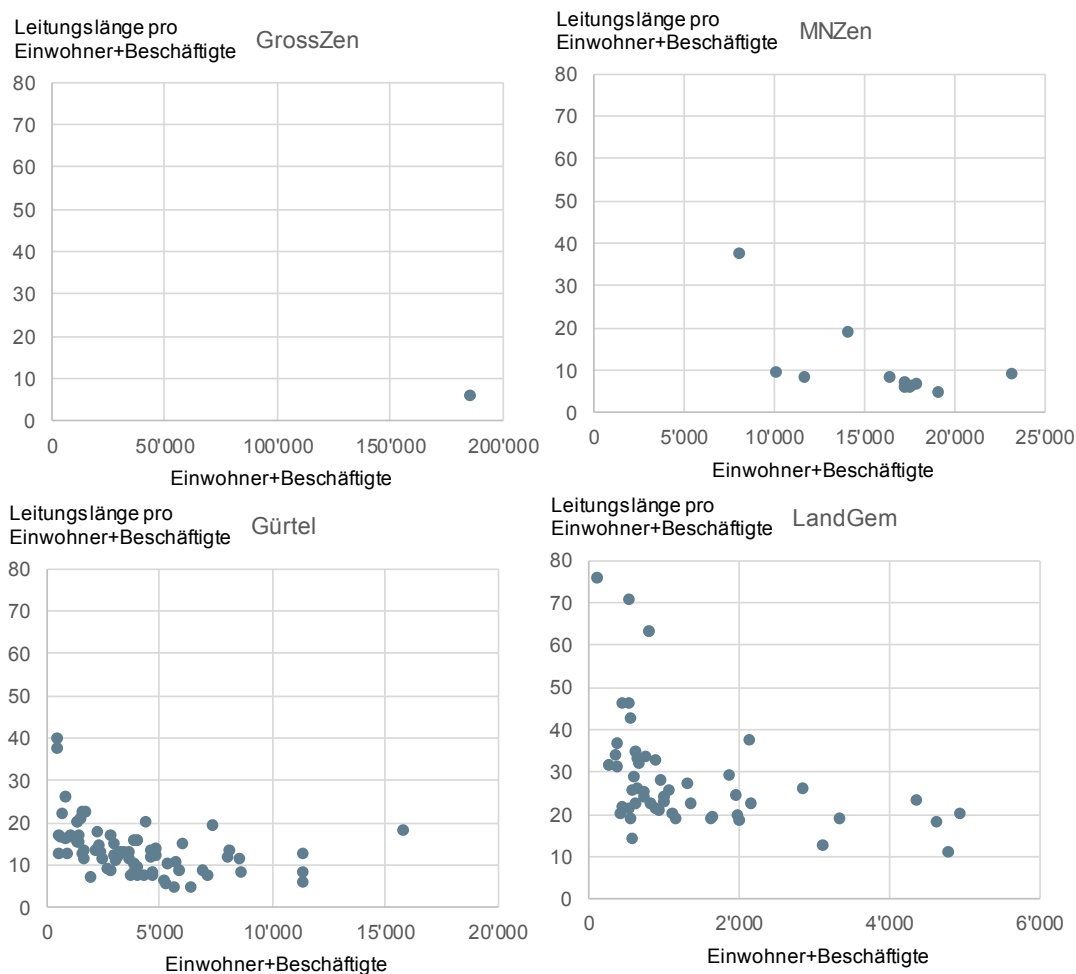
Für die äussere Erschliessung wird ein Abgleich auf die tatsächlich beobachteten empirischen Leitungslängen vorgenommen. Die Ergebnisse nach Ortstyp sind in der nachstehenden Abbildung zusammengefasst. Der Vergleich der berechneten spezifischen Leitungslängen (Modellergebnisse) mit den spezifischen Leitungslängen von 140 Schweizer Gemeinden¹⁴⁴ zeigt, dass mit den gewählten Vorgaben zur Berechnung der Länge des Groberschliessungsnetzes die beobachteten spezifischen Leitungslängen reproduziert werden können.

Abbildung 7-100: Länge des Leitungsnetzes im Einzugsgebiet (Quartiererschliessung, Groberschliessung) nach Ortstypen (Modellergebnisse und Vergleich mit empirischen Daten) in Metern

Länge pro Einwohner und Beschäftigte [m / Einw + 0.5*Besch]	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Modellergebnisse	5.2 m	9.0 m	13.0 m	24.1 m
Mittelwert aus Schweizer Gemeinden (140 Gemeinden)	5.9 m (1 Gde)	9.4 m (12 Gden)	11.9 m (75 Gden)	23.6 m (52 Gden)

Die nachfolgende Abbildung zeigt weiter, dass die «Streubreite» relativ gross ist und sich vor allem bei den kleineren Gemeinden grosse Unterschiede ergeben. Der nachfolgende Exkurs «Länge des Leitungsnetzes» zeigt aber, dass mit Grösse der Gemeinde (Einwohner und Beschäftigte) und der Siedlungsdichte die Länge des Leitungsnetzes relativ gut erklärt werden kann.

¹⁴⁴ Die Analyse basiert auf Daten folgender Elektrizitätswerke: EKZ, WEG, EW Vilters-Wangs, IB Interlaken, EWB, Energie- und Wasserversorgung Steffisburg.

Abbildung 7-101: Beobachtete spezifische Leitungslängen für 140 Schweizer Gemeinden¹⁴⁵

Anmerkung: Die Beschäftigten sind zu 50% gewichtet und es werden nur die Beschäftigten im 2. und 3. Sektor berücksichtigt.

Exkurs: Länge des Leitungsnetzes

Die Länge des Leitungsnetzes ist einerseits abhängig von der Grösse und der Siedlungsstruktur der Gemeinde, andererseits bestimmen aber auch andere Faktoren wie Topografie usw. eine grosse Rolle. Es stellt sich die Frage, ob die Gemeindegösse und ihre Siedlungsstruktur tatsächlich die dominierenden Einflussfaktoren zur Erklärung der Leitungsnetzlänge sind. Dazu haben wir eine multivariate OLS-Schätzung durchgeführt:

Zu erklärende Variable:

- LNV: Länge des Verteilnetzes für 140 Gemeinden, basierend auf den Daten für 140 Schweizer Gemeinden.

¹⁴⁵ Die Abbildung basiert auf Daten folgender Elektrizitätswerke: EKZ, WEG, EW Vilters-Wangs, IB Interlaken, EWB, Energie- und Wasserversorgung Steffisburg.

Erklärende Variablen:

- EINW+BESCH: Anzahl ständige Einwohner und die Beschäftigten aus dem 2. und 3. Sektor (gewichtet um den Faktor 0.5)
- (EINW+BESCH)/AREAL: Siedlungsdichte berechnet aus Gebäudeareal (gesamtes Gebäudeareal für Wohnen, Arbeiten, öffentliche Bauten, Landwirtschaft und nicht näher spezifiziertes Gebäudeareal)¹⁴⁶ sowie den Einwohner und Beschäftigten (gewichtet um den Faktor 0.5) in Einwohner+Beschäftigte pro Hektare.
- LG: Dummy für ländliche Gemeinden (LandGem)

Es wurden verschiedene Modelle (logarithmiert, nicht logarithmiert, Gewichtung der Beschäftigten, Kreuztherme usw.) getestet. Das beste Modell (höchstes adjustiertes Bestimmtheitsmass) ist beidseitig logarithmiert:

$$\log(\text{LNV}) = \log(\text{EINW+BESCH}) + (\text{EINW+BESCH})/\text{AREAL} + \text{LG} \cdot \log(\text{EINW+BESCH})$$

Wie die Schätzergebnisse in der nachfolgenden Abbildung zeigen, ist der Erklärungsgehalt mit einem adjustierten Bestimmtheitsmass von 0.85 relativ hoch. Sowohl die Grösse der Gemeinde – gemessen als Summe von Einwohner und der Hälfte der Beschäftigten – als auch die Siedlungsdichte sind hochsignifikante Erklärungsvariablen für die Leitungslänge. Weiter zeigt sich, dass die Leitungslängen der ländlichen Gemeinden leicht stärker geprägt wird durch die Gemeindegrösse als in den restlichen (grösseren) Gemeinden. Der vorgeschlagene Normkostenansatz, der auf Einwohner und Siedlungsdichte basiert, benutzt somit zur Berechnung der kommunalen Leitungslängen die relevantesten Einflussfaktoren (Einwohner und Siedlungsdichte). Allerdings erlaubt der Normkostenansatz keinen direkten Rückschluss auf die Leitungslänge einzelner, spezifischer Gemeinden, da mit dem Normkostenansatz durchschnittliche Längen und Kosten berechnet werden.

Abbildung 7-102: Multivariate OLS für die Schätzung der Leitungslänge für 140 kommunale Stromversorgungsnetze (exkl. Hausanschlüsse)¹⁴⁷, N=140.

	<i>Koeffizienten</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>t-Statistik</i>	<i>P-Wert</i>	
Schnittpunkt	4.421090	0.236320	18.7	0.0000	***
log(EINW+BESCH)	0.831462	0.035501	23.4	0.0000	***
(EINW+BESCH)/AREAL	-0.011151	0.002264	-4.9	0.0000	***
LG * log(EINW+BESCH)	0.047015	0.009541	4.9	0.0000	***
Signifikanzniveaus: *** < 1%; ** < 5%; * < 10%					
Adjustiertes Bestimmtheitsmass	0.85				

¹⁴⁶ Hektardaten basierend auf BFS, Arealstatistik 2004/09, und swisstopo swissBoundaries3D, bearbeitet durch ARE, Stand 1.1.2015 sowie Gemeindetypologie ARE, Stand 1.1.2015.

¹⁴⁷ Die Abbildung basiert auf Daten von 140 Schweizer Gemeinden, welche von folgenden Elektrizitätswerken versorgt werden: EKZ, WEG, EW Vilters-Wangs, IB Interlaken, EWB, Energie- und Wasserversorgung Steffisburg.

Zubringerleitung vom Unterwerk

Je nach der geographischen Anordnung der Unterwerke⁽¹⁴⁸⁾ bedarf es einer kürzeren oder längeren Zuleitung bis zum eigentlichen Versorgungsgebiet. Wir gehen davon aus, dass die Unterwerke in der Nähe eines tatsächlichen Versorgungsgebietes erstellt werden, so dass die Kosten für die Zubringerleitungen vernachlässigt werden können.

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 Einwohner pro Unterwerk abgeleitet.

Abbildung 7-103: Einwohner pro Unterwerk

	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Einwohner 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.

Stromverbrauch

Der durchschnittliche Stromverbrauch der Haushalte liegt für die gesamte Schweiz bei rund 2'300 kWh pro Einwohner und Jahr.¹⁴⁹ Auf eine Differenzierung nach Orts- und Siedlungstypen kann aufgrund der relativ geringen Bedeutung der stromverbrauchsabhängigen Kosten (Systemdienstleistungen) verzichtet werden.

¹⁴⁸ Zur Erklärung der Funktion eines Unterwerkes vgl. die Ausführungen im nächsten Abschnitt.

¹⁴⁹ BFE (2016), Gesamtenergiestatistik 2015.

7.5.4 Wertgerüst

a) Innere Erschliessung

Investitionen 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.

Abbildung 7-104: Investitionskosten Hausanschluss, in CHF / Stück

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Ausgangswert	3'000	3'000	5'000	5'000	5'000	direkt am Trafo

In den Kosten enthalten sind sämtliche Material- und auch Personalkosten für die Installation.

Investitionen Zähler

Die Kosten für Anschaffung¹⁵⁰ und Installation¹⁵¹ der Zähler werden auf **210 bis 240 CHF** pro Stück veranschlagt. Der Kostensatz wird differenziert nach Siedlungstyp:

Abbildung 7-105: Zählerkosten, in CHF / Stück

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Ausgangswert	240	240	240	210	210	210

Investitionen Kabinen

Pro Kabine wird mit einem Kostensatz von 10'000 CHF gerechnet. Beim Siedlungstyp 5 gehen wir - wie bereits bei der Erläuterung des Mengengerüsts 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.

¹⁵⁰ Je nach Zähler rechnen wir mit 120 bis 140 CHF oder durchschnittlich 130 CHF (Smart Meter mit integriertem PLC-Modul oder GPRS-Modul oder integriertem Funk-Modul im ISM-Band). Vgl. Ecoplan (2015), Smart Metering Roll Out – Kosten und Nutzen, Aktualisierung des Smart Metering Impact Assessments 2012.

¹⁵¹ Für die Installation wird in dichteren Gebieten mit 80 CHF/Zähler und in weniger dichten Gebieten mit 110 CHF/Zähler gerechnet.

Abbildung 7-106: Investitionskosten Kabinen (S5: Technikraum), in CHF / Stück¹⁵²

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Ausgangswert	10'000	10'000	10'000	10'000	10'000	40'000

Investitionen 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% und ist abhängig von der Siedlungsstruktur – in ländlichen Gemeinden ist der Anteil Freileitungen höher als in dichter bebauten Gemeinden.

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.

Abbildung 7-107: Investitionskosten für lokales Verteilnetz (S5: Technikraum), in CHF / m¹⁵³

	CHF / m
Leitung (Kabel, Kabelrohr, Verlegung)	21
Grabarbeiten	250

Investitionen 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.

¹⁵² Gemäss Auskunft der befragten EVUs. Consentec (2015), Tabelle 2.5, rechnen für eine Kabelverlegung mit 300 CHF/m oder 150 CHF/m bei Freileitungen. Die 271 CHF/m sind somit kompatibel mit den 300 CHF/m gemäss Consentec.

¹⁵³ Die Kosten für die Grabarbeiten entsprechen den durch B+S geplanten und realisierten Erschliessungsprojekten in den letzten drei Jahren. Die Angaben werden bei B+S intern als Kalkulationsangaben für KV genutzt.

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 Transformatorgrössen (z.B. Transformatoren von 63kVA, 250kVA, 400kVA, 630kVA) um die Kosten für Beschaffung, Unterhalt, Lagerhaltung und Ersatz zu vermindern.

Abbildung 7-108: Investitionskosten für das Gebäude einer Trafostation, in CHF / Stück¹⁵⁴

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Ausgangswert	30'000	30'000	30'000	60'000	60'000	80'000

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 Abbildung). Für die Ermittlung der langfristig anfallenden Investitionskosten haben wir den Mittelwert aus der Erstinvestition und der Ersatzinvestition verwendet.

Abbildung 7-109: Kosten der Ersatz-Investition für das Gebäude einer Trafostation im erstmaligen Erneuerungszyklus, in CHF / Stück¹⁵⁵

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Ausgangswert	15'000	15'000	15'000	30'000	30'000	30'000

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.

¹⁵⁴ Bei den Siedlungstypen S1, S2 und S3 handelt es sich um die Kosten eines Fertiggebäudes.

¹⁵⁵ Bei den Siedlungstypen S1, S2 und S3 handelt es sich um die Kosten eines Fertiggebäudes.

Abbildung 7-110: Investitionskosten für die Ausrüstung der Trafostationen (Anschaffung Transformatoren, Installation usw.), in CHF / Stück¹⁵⁶

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Ausgangswert	125'000	125'000	125'000	125'000	125'000	125'000

Nutzungsdauern

Basierend auf den Angaben verschiedener EVU werden für die verschiedenen Bestandteile der inneren Erschliessung folgende Nutzungsdauern angenommen:

Abbildung 7-111: Nutzungsdauer in Jahren¹⁵⁷

	Nutzungsdauer
Hausanschluss (Kasten)	40
Zähler	15
Kabinen	35
Lokales Verteilnetz	
– Kabel	40
– Grabarbeiten	100
Trafostation	
– Gebäude	50
– Ausrüstung	30

Betrieb und Unterhalt 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.

Betrieb und Unterhalt Zähler

Die jährlichen Kosten für Betrieb und Unterhalt der Zähler setzen sich vor allem aus den Aufwendungen für die Installationskontrolle alle 20 Jahre, für die Rechnungstellung und für die

¹⁵⁶ Consentec (2015), Tabelle 2.5, rechnen mit Kosten von 100'000 bis 110'000 CHF für die Netzebene 6.

¹⁵⁷ Gemäss Angaben des VSE.

Kontrolle des Zahlungsverkehres zusammen. Pro Zähler wird mit einem Ansatz von 74 CHF/Stück gerechnet.

Betrieb und Unterhalt 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.¹⁵⁸ Die Kosten fallen vor allem für die Behebung von Störungen, für allgemeine Arbeiten im Netzbau und für den Pikettdienst an.

Betrieb und Unterhalt 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.¹⁵⁹

b) Äussere Erschliessung

Investitionen Groberschliessung (Netzebene 5, 6 und ein Teil der Netzebene 7), 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 sind die Kosten tiefer.

Eine Auswertung der Elcom, welche die Kosten der Netzebenen 5 und 7 für unterschiedliche Siedlungsdichten berechnet hat, zeigt – ähnlich den anderen Infrastrukturbereichen – höhere Kosten in dicht besiedelten Gebieten (vgl. nachfolgende Abbildung).

¹⁵⁸ Consentec (2015) rechnen mit 1.2 CHF pro Laufmeter für Kabel und 3 CHF/Laufmeter für Freileitungen. Mit den angenommenen 2.8 CHF pro Laufmeter liegen wir im oberen Bereich der von Consentec unterstellten Werte für die Berechnung der Netzausbaukosten. Allerdings rechnen wir mit höheren Nutzungsdauern 50 statt 37.5 Jahre, was höhere Unterhaltskosten erklären kann.

¹⁵⁹ Consentec (2015) rechnen mit 500 CHF Betriebskosten und liegen damit deutlich unter den hier unterstellten 2500 CHF. Die Diskrepanz lässt sich vermutlich auf die unterschiedliche Definition für die Betriebs- und Unterhaltskosten erklären: Die vorliegenden Annahmen beruhen auf Abschätzungen der EVU, deren Kostenerhebung allenfalls weiter definiert ist als diejenige in Consentec (2015).

Abbildung 7-112: Elcom-Auswertung zu den Netzkosten der Netzebene 5 und 7 nach Siedlungsdichte in CHF/Meter¹⁶⁰

	Hohe Siedlungsdichte CHF/m	Mittlere Siedlungsdichte mit hoher Energiedichte CHF/m	Mittlere Siedlungsdichte mit niedriger Energiedichte CHF/m	Ländliches Gebiet mit hoher Energiedichte CHF/m	Ländliches Gebiet mit tiefer Energiedichte CHF/m
Netzebene 5	27	21	17	19	11
Netzebene 7	19	14	11	12	9

Diese empirischen Kostendifferenzen haben wir im Normkostenansatz mit nach Ortstypen differenzierten Kosten für die Groberschliessung erfasst. Mit der folgenden Differenzierung der Investitionskosten nach Ortstyp erhalten wir ähnliche Grössenordnungen für die Netzkosten der Netzebene 5 und 7 wie sie die Elcom in der obigen Abbildung empirisch erhoben hat.

Abbildung 7-113: Netzkosten für die Groberschliessung (Netzebene 5 und ein Teil der Netzebene 7) in CHF/Meter¹⁶¹

	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Netzkosten für die Groberschliessung (Netzebene 5 und ein Teil der Netzebene 7) in CHF/m	600	450	350	250

Investitionen 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 Trafostationen von der Dimensionierung des Unterwerkes ab. Die Dimensionierung ergibt sich aufgrund des Leistungsbedarfs im Versorgungsgebiet.

¹⁶⁰ Die Elcom hat uns diverse Zahlen aus ersten Testrunden zur Sunshine-Regulierung zur Verfügung gestellt. Diese Auswertungen können als Anhaltspunkt für eine nach Siedlungsdichte differenzierte Kostenzuweisung dienen.

¹⁶¹ Consentec (2015) rechnet für die Netzebene 5 mit Kosten von 370 CHF/Laufmeter, was ca. unseren Annahmen für eine Gürtelgemeinde entspricht.

Die nachstehenden Kostensätze für die einzelnen Anlagenteile basieren auf Angaben verschiedener EVU.

Abbildung 7-114: Investitionskosten für Unterwerk, in CHF /Stk.¹⁶²

	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
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.

Abbildung 7-115: Ersatz-Investition für den Gebäudeteil des Unterwerkes beim erstmaligen Erneuerungszyklus, CHF

	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Ersatz-Investition für den Gebäudeteil des Unterwerkes beim erstmaligen Erneuerungszyklus, CHF	300'000	300'000	250'000	250'000

Nutzungsdauern

Für die Anlagen im regionalen Verteilnetz wird von den nachstehenden Nutzungsdauern ausgegangen.

Abbildung 7-116: Nutzungsdauer in Jahren¹⁶³

	Nutzungsdauer
Regionales Verteilnetz (Mittelspannung)	50
Unterwerk	
– Gebäude	50
– Elektromechanik	30
– Elektronik / Steuerung	15

¹⁶² Consentec (2015) rechnet für die Netzebene 4 mit Kosten von 5 Mio. CHF, was ein bis 2 Mio. CHF unter den Kosten für die von uns angenommenen Kosten für die Elektromechanik und die Elektronik / Steuerung liegen.

¹⁶³ Gemäss Angaben des VSE.

Betrieb und Unterhalt: 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 rund **2.5 CHF pro Meter und Jahr**.

Betrieb und Unterhalt Unterwerk

Die Betriebs- und Unterhaltskosten werden nach Grösse des Unterwerks resp. Ortstyp abgestuft. Die Angaben beruhen auf Erfahrungswerten einzelner EVU.

Abbildung 7-117: Kosten für Betrieb und Unterhalt eines Unterwerkes, CHF/a

	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Kosten für Betrieb und Unterhalt eines Unterwerkes, CHF/a	125'000	125'000	125'000	125'000

Betrieb und Unterhalt: Systemdienstleistungen 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 und Verwaltungskosten an. Im Normkostenansatz rechnen wir mit folgenden stromverbrauchsabhängigen Kosten:

- Systemdienstleistungen:¹⁶⁴ 0.65 Rp./kWh¹⁶⁵;
- Verwaltungskosten:¹⁶⁶ 0.75 Rp./kWh (Stadt), 0.87 Rp./kWh (Land).

¹⁶⁴ Dazu zählen z.B. folgende Aktivitäten: Netzregelung inkl. Bereitstellung von Regelleistung und -Energie, Spannungshaltung, Ausgleich der Wirkverluste, Schwarzstart- / Inselbetriebsfähigkeit, Systemkoordination, Betriebliche Messung.

¹⁶⁵ Entspricht dem Tarif 2015 der Swissgrid für Allgemeine Systemdienstleistungen (SDL) und Individuelle Systemdienstleistungen für Verteilnetzbetreiber. Die Systemdienstleistungen werden hier nur mitberücksichtigt, weil sie für das Funktionieren der Netze unabdingbar sind und als einer der Kostenbestandteile in den Netznutzungsentgelten enthalten sind.

¹⁶⁶ Unter Verwaltungskosten subsumieren wir: Ablesekosten, Rechnungsstellung, Umzugsprozesse, Tarifwechsel, Kommunikationskosten, Kundensupport, Eigenverbrauch Zähler. Diese summieren sich auf 43 CHF/Kunde (Stadt) bis 50 CHF/Kunde (Land). Dies entspricht rund 0.75 Rp./kWh (Stadt) oder 0.87 Rp. kWh (Land). Quelle: Ecoplan (2015), Smart Metering Roll Out – Kosten und Nutzen.

Abbildung 7-118: Kosten für Systemdienstleistungen und Verwaltungskosten, Rp./kWh

	GrossZen	MNZen	Gürtel	LandGem
Kosten für Systemdienstleistungen und Verwaltungskosten, Rp./kWh	1.40	1.40	1.52	1.52

Die detaillierten Ergebnisse können den Tabellen in Anhang C bzw. Abschnitt 8.4 entnommen werden.

8 Anhang C: Detailresultate

8.1 Abwasserentsorgung

8.1.1 Ergebnisse in CHF total

Abbildung 8-1: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Abwasser)

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen: CHF total	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	2'827	1'523	1'417	1'417	2'077	1'785
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	323	343	381	381	224	317
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	3'505	6'703	9'729	11'931	13'726	23'340	16'202
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	709	1'561	2'661	3'350	5'164	12'078	7'062
Total Durchschnittskosten	4'799	11'414	14'256	17'079	20'687	37'719	25'367
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	2'827	1'523	1'417	1'417	2'077	1'789
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	323	343	381	381	224	343
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'664	3'978	6'443	8'102	10'742	22'087	9'519
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	557	1'721	3'222	4'163	6'638	16'073	5'756
Total Durchschnittskosten	2'807	8'848	11'531	14'062	19'177	40'461	17'407
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	2'827	1'523	1'417	1'417	2'077	1'926
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	323	343	381	381	224	339
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	3'267	7'198	11'272	14'080	17'956	35'276	12'368
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	640	1'943	3'625	4'678	7'450	18'018	4'452
Total Durchschnittskosten	4'493	12'292	16'763	20'555	27'204	55'595	19'085
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	2'827	1'523	1'417	1'417	2'077	1'811
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	323	343	381	381	224	320
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'485	8'125	14'663	18'969	27'830	63'356	14'970
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	744	2'958	5'815	7'605	12'315	30'272	6'121
Total Durchschnittskosten	3'815	14'233	22'344	28'371	41'942	95'928	23'223

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-2: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Abwasser)

Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF total							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	2'827	1'523	1'417	1'417	2'077	1'785
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	323	343	381	381	224	317
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'878	3'817	5'678	7'014	8'411	15'260	10'211
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	693	1'372	2'248	2'797	4'242	9'750	5'754
Total Durchschnittskosten	3'157	8'338	9'792	11'609	14'451	27'311	18'068
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	2'827	1'523	1'417	1'417	2'077	1'789
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	323	343	381	381	224	343
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'633	3'607	5'635	7'049	8'967	17'561	7'993
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	534	1'450	2'633	3'373	5'322	12'752	4'628
Total Durchschnittskosten	2'753	8'208	10'134	12'220	16'087	32'614	14'753
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	2'732	2'076	1'293	1'293	1'530	1'889
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	323	343	381	381	224	339
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'507	5'278	7'966	9'890	12'121	22'650	8'602
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	610	1'584	2'842	3'630	5'704	13'610	3'462
Total Durchschnittskosten	3'703	9'917	13'227	15'193	19'498	38'013	14'292
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	2'827	1'523	1'417	1'417	2'077	1'811
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	323	343	381	381	224	320
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'282	5'716	9'407	11'930	16'098	33'733	9'410
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	681	2'216	4'196	5'436	8'700	21'144	4'408
Total Durchschnittskosten	3'549	11'081	15'469	19'163	26'596	57'178	15'949

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-3: Langfristige Grenzkosten «Auffüllen/Verdichten» (Abwasser)

Langfristige Grenzkosten Verdichten: CHF total							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	814	1'523	1'417	1'417	421	1'004
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	115	343	381	381	94	251
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	163	891	1'797	2'374	3'771	9'183	5'252
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	63	742	1'618	2'167	3'612	9'120	5'124
Total Durchschnittskosten	812	2'561	5'281	6'339	9'181	18'819	11'631
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	814	1'523	1'417	1'417	421	1'173
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	115	343	381	381	94	284
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	161	1'116	2'323	3'084	5'002	12'379	4'305
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	84	1'000	2'183	2'923	4'872	12'302	4'178
Total Durchschnittskosten	831	3'045	6'371	7'805	11'672	25'196	9'939
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	814	1'523	1'417	1'417	421	1'149
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	115	343	381	381	94	260
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	314	1'510	2'984	3'925	6'156	14'840	3'646
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	90	1'064	2'322	3'110	5'184	13'090	2'942
Total Durchschnittskosten	989	3'503	7'173	8'833	13'138	28'445	7'996
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	814	1'523	1'417	1'417	421	1'128
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	115	343	381	381	94	250
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	391	2'497	5'142	6'820	10'989	27'055	5'386
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	141	1'676	3'656	4'896	8'160	20'604	3'868
Total Durchschnittskosten	1'118	5'102	10'664	13'514	20'946	48'174	10'632

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-4: Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Abwasser)

Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF total							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	2'827	1'523	1'417	1'417	2'077	1'785
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	323	343	381	381	224	317
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'818	3'099	4'112	4'917	4'917	6'437	5'253
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	656	936	1'297	1'524	2'120	4'392	2'744
Total Durchschnittskosten	3'059	7'185	7'276	8'239	8'835	13'130	10'100
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	2'827	1'523	1'417	1'417	2'077	1'789
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	323	343	381	381	224	343
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'550	2'622	3'487	4'172	4'172	5'454	3'881
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	485	863	1'350	1'656	2'460	5'524	2'173
Total Durchschnittskosten	2'620	6'635	6'703	7'626	8'429	13'279	8'187
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	2'827	1'523	1'417	1'417	2'077	1'926
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	323	343	381	381	224	339
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'411	4'132	5'467	6'543	6'543	8'566	5'437
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	557	959	1'478	1'803	2'658	5'919	1'733
Total Durchschnittskosten	3'553	8'242	8'811	10'144	10'999	16'786	9'435
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	2'827	1'523	1'417	1'417	2'077	1'811
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	323	343	381	381	224	320
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'101	3'576	4'738	5'677	5'677	7'420	4'470
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	598	1'231	2'048	2'560	3'906	9'039	2'135
Total Durchschnittskosten	3'285	7'957	8'652	10'034	11'381	18'760	8'737

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

8.1.2 Ergebnisse in CHF pro Einwohner

Abbildung 8-5: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Abwasser)

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen: CHF pro EinwohnerIn							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	199	92	23	16	9	5	17
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	27	10	5	4	3	1	3
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'348	218	145	133	92	62	102
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	273	51	40	37	34	32	36
Total Durchschnittskosten	1'846	371	212	190	138	100	159
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	199	92	23	16	9	5	32
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	27	10	5	4	3	1	5
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	640	129	96	90	72	58	97
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	214	56	48	46	44	42	50
Total Durchschnittskosten	1'080	287	172	156	128	107	184
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	199	92	23	16	9	5	49
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	27	10	5	4	3	1	7
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'257	234	168	156	120	93	217
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	246	63	54	52	50	48	63
Total Durchschnittskosten	1'728	399	249	228	181	147	336
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	199	92	23	16	9	5	60
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	27	10	5	4	3	1	8
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	956	264	218	211	186	167	304
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	286	96	87	85	82	80	110
Total Durchschnittskosten	1'467	462	332	315	280	253	482

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-6: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Abwasser)

Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro EinwohnerIn							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	199	92	23	16	9	5	17
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	27	10	5	4	3	1	3
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	722	124	84	78	56	40	62
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	266	45	33	31	28	26	30
Total Durchschnittskosten	1'214	271	146	129	96	72	113
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	199	92	23	16	9	5	32
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	27	10	5	4	3	1	5
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	628	117	84	78	60	46	85
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	206	47	39	37	35	34	41
Total Durchschnittskosten	1'059	266	151	136	107	86	163
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	199	89	31	14	9	4	49
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	27	10	5	4	3	1	7
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	964	171	119	110	81	60	157
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	235	51	42	40	38	36	51
Total Durchschnittskosten	1'424	322	197	169	130	100	264
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	199	92	23	16	9	5	60
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	27	10	5	4	3	1	8
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	878	186	140	133	107	89	226
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	262	72	62	60	58	56	86
Total Durchschnittskosten	1'365	360	230	213	177	151	380

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-7: Langfristige Grenzkosten «Auffüllen/Verdichten» (Abwasser)

Langfristige Grenzkosten Verdichten: CHF pro EinwohnerIn							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	199	26	23	16	9	1	10
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	27	4	5	4	3	0	2
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	63	29	27	26	25	24	25
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	24	24	24	24	24	24	24
Total Durchschnittskosten	312	83	79	70	61	50	61
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	199	26	23	16	9	1	17
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	27	4	5	4	3	0	3
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	62	36	35	34	33	33	35
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	32	32	32	32	32	32	32
Total Durchschnittskosten	319	99	95	87	78	67	88
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	199	26	23	16	9	1	25
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	27	4	5	4	3	0	4
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	121	49	44	44	41	39	48
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	35	35	35	35	35	35	35
Total Durchschnittskosten	380	114	107	98	88	75	112
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	199	26	23	16	9	1	39
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	27	4	5	4	3	0	6
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	150	81	77	76	73	71	85
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	54	54	54	54	54	54	54
Total Durchschnittskosten	430	166	159	150	140	127	184

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-8: Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Abwasser)

Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro EinwohnerIn							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	199	92	23	16	9	5	17
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	27	10	5	4	3	1	3
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	699	101	61	55	33	17	39
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	252	30	19	17	14	12	16
Total Durchschnittskosten	1'177	233	108	92	59	35	75
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	199	92	23	16	9	5	32
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	27	10	5	4	3	1	5
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	596	85	52	46	28	14	53
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	186	28	20	18	16	15	22
Total Durchschnittskosten	1'008	215	100	85	56	35	112
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	199	92	23	16	9	5	49
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	27	10	5	4	3	1	7
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	927	134	81	73	44	23	120
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	214	31	22	20	18	16	31
Total Durchschnittskosten	1'367	268	131	113	73	44	207
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	199	92	23	16	9	5	60
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	27	10	5	4	3	1	8
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	808	116	71	63	38	20	156
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	230	40	30	28	26	24	54
Total Durchschnittskosten	1'263	258	129	111	76	50	279

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

8.1.3 Ergebnisse in CHF pro Wohneinheit (WE)

Abbildung 8-9: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Abwasser)

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen: CHF pro Wohneinheit							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	257	73	31	19	8	42
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	29	16	8	5	1	7
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	3'505	609	463	265	183	92	218
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	709	142	127	74	69	48	73
Total Durchschnittskosten	4'799	1'038	679	380	276	149	339
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	257	73	31	19	8	84
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	29	16	8	5	1	12
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'664	362	307	180	143	87	228
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	557	156	153	93	89	64	114
Total Durchschnittskosten	2'807	804	549	312	256	160	437
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	257	73	31	19	8	133
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	29	16	8	5	1	18
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	3'267	654	537	313	239	140	554
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	640	177	173	104	99	71	157
Total Durchschnittskosten	4'493	1'117	798	457	363	220	862
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	257	73	31	19	8	162
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	29	16	8	5	1	22
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'485	739	698	422	371	251	780
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	744	269	277	169	164	120	279
Total Durchschnittskosten	3'815	1'294	1'064	630	559	380	1'244

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-10: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Abwasser)

Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro Wohneinheit							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	257	73	31	19	8	42
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	29	16	8	5	1	7
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'878	347	270	156	112	60	130
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	693	125	107	62	57	39	61
Total Durchschnittskosten	3'157	758	466	258	193	108	240
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	257	73	31	19	8	84
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	29	16	8	5	1	12
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'633	328	268	157	120	70	201
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	534	132	125	75	71	51	94
Total Durchschnittskosten	2'753	746	483	272	214	129	392
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	248	99	29	17	6	132
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	29	16	8	5	1	18
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'507	480	379	220	162	90	403
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	610	144	135	81	76	54	129
Total Durchschnittskosten	3'703	902	630	338	260	151	682
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	257	73	31	19	8	162
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	29	16	8	5	1	22
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'282	520	448	265	215	134	583
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	681	201	200	121	116	84	219
Total Durchschnittskosten	3'549	1'007	737	426	355	226	986

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-11: Langfristige Grenzkosten «Auffüllen/Verdichten» (Abwasser)

Langfristige Grenzkosten Verdichten: CHF pro Wohneinheit							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	74	73	31	19	2	22
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	10	16	8	5	0	5
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	163	81	86	53	50	36	50
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	63	67	77	48	48	36	46
Total Durchschnittskosten	812	233	251	141	122	75	123
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	74	73	31	19	2	43
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	10	16	8	5	0	8
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	161	101	111	69	67	49	77
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	84	91	104	65	65	49	72
Total Durchschnittskosten	831	277	303	173	156	100	201
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	74	73	31	19	2	66
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	10	16	8	5	0	11
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	314	137	142	87	82	59	119
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	90	97	111	69	69	52	85
Total Durchschnittskosten	989	318	342	196	175	113	281
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	74	73	31	19	2	101
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	10	16	8	5	0	16
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	391	227	245	152	147	107	216
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	141	152	174	109	109	82	137
Total Durchschnittskosten	1'118	464	508	300	279	191	470

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-12: Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Abwasser)

Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro Wohneinheit							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	257	73	31	19	8	42
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	29	16	8	5	1	7
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'818	282	196	109	66	25	86
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	656	85	62	34	28	17	34
Total Durchschnittskosten	3'059	653	346	183	118	52	168
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	257	73	31	19	8	84
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	29	16	8	5	1	12
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'550	238	166	93	56	22	130
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	485	78	64	37	33	22	52
Total Durchschnittskosten	2'620	603	319	169	112	53	278
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	257	73	31	19	8	133
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	29	16	8	5	1	18
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'411	376	260	145	87	34	312
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	557	87	70	40	35	23	79
Total Durchschnittskosten	3'553	749	420	225	147	66	542
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	517	257	73	31	19	8	162
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	69	29	16	8	5	1	22
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'101	325	226	126	76	29	409
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	598	112	98	57	52	36	138
Total Durchschnittskosten	3'285	723	412	223	152	74	731

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

8.1.4 Ergebnisse in CHF pro Hektar (ha)

Abbildung 8-13: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Abwasser)

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen: CHF pro Hektar							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	79	435	234	219	217	316	273
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	11	50	53	59	58	34	49
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	539	1'031	1'494	1'841	2'104	3'555	2'477
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	109	240	409	517	791	1'840	1'079
Total Durchschnittskosten	738	1'756	2'190	2'636	3'170	5'745	3'877
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	79	435	234	219	217	316	275
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	11	50	53	59	58	34	53
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	256	612	990	1'250	1'646	3'364	1'459
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	86	265	495	642	1'017	2'448	882
Total Durchschnittskosten	432	1'361	1'771	2'170	2'939	6'163	2'668
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	79	435	234	219	217	316	296
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	11	50	53	59	58	34	52
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	503	1'107	1'732	2'173	2'752	5'373	1'900
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	98	299	557	722	1'142	2'745	683
Total Durchschnittskosten	691	1'891	2'575	3'172	4'169	8'468	2'931
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	79	435	234	219	217	316	279
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	11	50	53	59	58	34	49
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	382	1'250	2'252	2'927	4'265	9'651	2'301
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	114	455	893	1'174	1'887	4'611	940
Total Durchschnittskosten	587	2'189	3'432	4'378	6'428	14'612	3'569

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-14: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Abwasser)

Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro Hektar							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	79	435	234	219	217	316	273
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	11	50	53	59	58	34	49
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	289	587	872	1'082	1'289	2'324	1'561
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	107	211	345	432	650	1'485	879
Total Durchschnittskosten	486	1'283	1'504	1'791	2'215	4'160	2'761
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	79	435	234	219	217	316	275
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	11	50	53	59	58	34	53
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	251	555	866	1'088	1'374	2'675	1'225
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	82	223	404	521	816	1'942	709
Total Durchschnittskosten	423	1'263	1'557	1'886	2'465	4'968	2'261
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	79	420	319	200	198	233	290
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	11	50	53	59	58	34	52
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	386	812	1'224	1'526	1'858	3'450	1'321
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	94	244	437	560	874	2'073	531
Total Durchschnittskosten	570	1'525	2'032	2'345	2'988	5'790	2'195
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	79	435	234	219	217	316	279
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	11	50	53	59	58	34	49
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	351	879	1'445	1'841	2'467	5'138	1'446
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	105	341	644	839	1'333	3'221	677
Total Durchschnittskosten	546	1'705	2'376	2'957	4'076	8'710	2'451

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-15: Langfristige Grenzkosten «Auffüllen/Verdichten» (Abwasser)

Langfristige Grenzkosten Verdichten: CHF pro Hektar							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	79	125	234	219	217	64	154
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	11	18	53	59	58	14	38
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	25	137	276	366	578	1'399	802
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	114	249	334	554	1'389	783
Total Durchschnittskosten	125	394	811	978	1'407	2'867	1'777
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	79	125	234	219	217	64	180
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	11	18	53	59	58	14	44
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	25	172	357	476	767	1'886	659
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	13	154	335	451	747	1'874	640
Total Durchschnittskosten	128	468	979	1'204	1'789	3'838	1'523
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	79	125	234	219	217	64	177
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	11	18	53	59	58	14	40
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	48	232	458	606	944	2'261	560
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	14	164	357	480	794	1'994	451
Total Durchschnittskosten	152	539	1'102	1'363	2'013	4'333	1'228
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	79	125	234	219	217	64	173
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	11	18	53	59	58	14	38
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	60	384	790	1'053	1'684	4'121	828
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	22	258	562	756	1'251	3'138	594
Total Durchschnittskosten	172	785	1'638	2'085	3'210	7'338	1'634

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-16: Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Abwasser)

Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro Hektar							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	79	435	234	219	217	316	273
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	11	50	53	59	58	34	49
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	280	477	632	759	754	980	804
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	101	144	199	235	325	669	419
Total Durchschnittskosten	471	1'105	1'118	1'271	1'354	2'000	1'545
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	79	435	234	219	217	316	275
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	11	50	53	59	58	34	53
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	238	403	536	644	639	831	596
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	75	133	207	256	377	842	333
Total Durchschnittskosten	403	1'021	1'030	1'177	1'292	2'023	1'256
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	79	435	234	219	217	316	296
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	11	50	53	59	58	34	52
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	371	636	840	1'010	1'003	1'305	836
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	86	148	227	278	407	902	266
Total Durchschnittskosten	547	1'268	1'353	1'565	1'686	2'557	1'450
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	79	435	234	219	217	316	279
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	11	50	53	59	58	34	49
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	323	550	728	876	870	1'130	687
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	92	189	315	395	599	1'377	328
Total Durchschnittskosten	505	1'224	1'329	1'549	1'744	2'858	1'343

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

8.2 Wasserversorgung

8.2.1 Ergebnisse in CHF total

Abbildung 8-17: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Wasser)

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen: CHF total							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	6'650	7'988	5'874	5'874	8'226	6'814
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	80	110	98
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'544	5'785	7'425	9'032	9'967	15'082	11'226
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	140	1'655	3'612	4'837	8'062	20'356	11'437
Total Durchschnittskosten	3'486	14'250	19'094	19'823	23'982	43'774	29'575
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	6'650	7'988	5'874	5'874	8'226	6'378
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	80	110	99
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'494	3'352	4'597	5'650	7'377	10'482	6'201
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	215	2'546	5'555	7'440	12'400	31'311	10'633
Total Durchschnittskosten	2'511	12'708	18'210	19'044	25'731	50'129	23'310
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	6'650	7'988	5'874	5'874	8'226	6'293
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	80	110	106
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'867	7'241	12'588	16'350	24'142	54'795	15'010
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	187	2'214	4'831	6'470	10'783	27'226	6'119
Total Durchschnittskosten	2'857	16'266	25'476	28'773	40'878	90'358	27'527
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	6'650	7'988	5'874	5'874	8'226	5'955
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	80	110	98
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'501	4'223	6'646	8'421	12'106	22'869	6'811
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	192	2'272	4'957	6'639	11'064	27'937	5'244
Total Durchschnittskosten	2'495	13'305	19'660	21'013	29'125	59'143	18'109

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-18: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Wasser)

Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF total							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	6'650	7'988	5'874	5'874	8'226	6'814
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	80	110	98
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'526	5'574	6'966	8'418	8'944	12'499	9'774
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	112	1'324	2'889	3'870	6'449	16'284	9'150
Total Durchschnittskosten	3'440	13'709	17'913	18'241	21'347	37'119	25'836
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	6'650	7'988	5'874	5'874	8'226	6'378
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	80	110	99
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'473	3'107	4'064	4'935	6'186	7'474	5'180
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	172	2'037	4'444	5'952	9'920	25'048	8'506
Total Durchschnittskosten	2'447	11'954	16'566	16'841	22'060	40'859	20'163
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	6'650	7'988	5'874	5'874	8'226	6'293
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	80	110	106
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'565	3'658	4'768	5'878	6'688	10'725	5'106
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	150	1'771	3'865	5'176	8'626	21'781	4'895
Total Durchschnittskosten	2'517	12'239	16'691	17'007	21'268	40'842	16'399
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	6'650	7'988	5'874	5'874	8'226	5'955
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	80	110	98
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'415	3'198	4'411	5'428	7'119	10'275	4'447
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	153	1'817	3'965	5'311	8'851	22'350	4'195
Total Durchschnittskosten	2'371	11'826	16'434	16'693	21'924	40'961	14'696

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-19: Langfristige Grenzkosten «Auffüllen/Verdichten» (Wasser)

Langfristige Grenzkosten Verdichten: CHF total							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	2'886	7'555	5'441	5'441	4'549	4'910
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	110	30	40	40	70	57
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'526	270	589	789	1'315	3'320	1'876
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	112	1'324	2'889	3'870	6'449	16'284	9'150
Total Durchschnittskosten	3'440	4'591	11'063	10'140	13'245	24'224	15'992
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	2'886	7'555	5'441	5'441	4'549	4'878
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	110	30	40	40	70	57
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'473	193	421	564	941	2'375	829
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	172	2'037	4'444	5'952	9'920	25'048	8'506
Total Durchschnittskosten	2'447	5'226	12'451	11'998	16'342	32'043	14'270
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	2'886	7'555	5'441	5'441	4'549	4'575
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	110	30	40	40	70	64
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'565	416	908	1'216	2'026	5'115	1'207
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	150	1'771	3'865	5'176	8'626	21'781	4'895
Total Durchschnittskosten	2'517	5'184	12'357	11'873	16'133	31'516	10'742
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	2'886	7'555	5'441	5'441	4'549	4'432
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	110	30	40	40	70	59
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'415	444	968	1'296	2'160	5'454	1'171
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	153	1'817	3'965	5'311	8'851	22'350	4'195
Total Durchschnittskosten	2'371	5'257	12'518	12'088	16'493	32'423	9'857

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-20: Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Wasser)

Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF total							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	6'650	7'988	5'874	5'874	8'226	6'814
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	80	110	98
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'503	5'305	6'377	7'629	7'629	9'179	7'909
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	55	655	1'429	1'913	3'189	8'051	4'524
Total Durchschnittskosten	3'361	12'769	15'863	15'496	16'772	25'566	19'345
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	6'650	7'988	5'874	5'874	8'226	6'378
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	80	110	99
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'457	2'914	3'642	4'371	5'245	5'099	4'373
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	85	1'004	2'190	2'933	4'888	12'342	4'191
Total Durchschnittskosten	2'344	10'728	13'890	13'258	16'087	25'778	15'041
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	6'650	7'988	5'874	5'874	8'226	6'293
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	80	110	106
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'530	3'242	3'861	4'662	4'662	5'609	3'956
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	74	878	1'916	2'566	4'277	10'800	2'427
Total Durchschnittskosten	2'406	10'930	13'835	13'182	14'893	24'745	12'782
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	6'650	7'988	5'874	5'874	8'226	5'955
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	160	70	80	80	110	98
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'377	2'755	3'444	4'132	4'959	4'821	3'424
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	75	894	1'950	2'612	4'354	10'993	2'064
Total Durchschnittskosten	2'255	10'459	13'452	12'698	15'266	24'151	11'540

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

8.2.2 Ergebnisse in CHF pro Einwohner

Abbildung 8-21: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Wasser)

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen: CHF pro EinwohnerIn							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	305	216	119	65	39	22	55
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4	5	1	1	1	0	1
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	978	188	110	100	66	40	76
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	54	54	54	54	54	54	54
Total Durchschnittskosten	1'341	463	284	220	160	116	185
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	305	216	119	65	39	22	91
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4	5	1	1	1	0	2
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	575	109	68	63	49	28	72
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	83	83	83	83	83	83	83
Total Durchschnittskosten	966	413	271	212	172	132	247
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	305	216	119	65	39	22	128
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4	5	1	1	1	0	2
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	718	235	187	182	161	145	216
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	72	72	72	72	72	72	72
Total Durchschnittskosten	1'099	528	379	320	273	239	418
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	305	216	119	65	39	22	144
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4	5	1	1	1	0	3
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	577	137	99	94	81	60	158
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	74	74	74	74	74	74	74
Total Durchschnittskosten	960	432	293	233	194	156	378

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-22: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Wasser)

Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro EinwohnerIn							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	305	216	119	65	39	22	55
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4	5	1	1	1	0	1
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	972	181	104	94	60	33	69
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	43	43	43	43	43	43	43
Total Durchschnittskosten	1'323	445	267	203	142	98	168
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	305	216	119	65	39	22	91
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4	5	1	1	1	0	2
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	567	101	60	55	41	20	64
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	66	66	66	66	66	66	66
Total Durchschnittskosten	941	388	247	187	147	108	223
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	305	216	119	65	39	22	128
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4	5	1	1	1	0	2
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	602	119	71	65	45	28	100
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	58	58	58	58	58	58	58
Total Durchschnittskosten	968	397	248	189	142	108	288
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	305	216	119	65	39	22	144
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4	5	1	1	1	0	3
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	544	104	66	60	47	27	125
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	59	59	59	59	59	59	59
Total Durchschnittskosten	912	384	245	185	146	108	330

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-23: Langfristige Grenzkosten «Auffüllen/Verdichten» (Wasser)

Langfristige Grenzkosten Verdichten: CHF pro EinwohnerIn							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	305	94	112	60	36	12	38
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4	4	0	0	0	0	1
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	972	9	9	9	9	9	13
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	43	43	43	43	43	43	43
Total Durchschnittskosten	1'323	149	165	113	88	64	94
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	305	94	112	60	36	12	61
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4	4	0	0	0	0	1
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	567	6	6	6	6	6	15
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	66	66	66	66	66	66	66
Total Durchschnittskosten	941	170	185	133	109	85	143
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	305	94	112	60	36	12	81
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4	4	0	0	0	0	2
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	602	14	14	14	14	14	36
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	58	58	58	58	58	58	58
Total Durchschnittskosten	968	168	184	132	108	83	176
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	305	94	112	60	36	12	101
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4	4	0	0	0	0	2
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	544	14	14	14	14	14	71
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	59	59	59	59	59	59	59
Total Durchschnittskosten	912	171	186	134	110	86	233

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-24: Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Wasser)

Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro EinwohnerIn							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	305	216	119	65	39	22	55
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4	5	1	1	1	0	1
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	963	172	95	85	51	24	60
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	21	21	21	21	21	21	21
Total Durchschnittskosten	1'293	415	236	172	112	68	137
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	305	216	119	65	39	22	91
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4	5	1	1	1	0	2
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	560	95	54	49	35	13	58
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	33	33	33	33	33	33	33
Total Durchschnittskosten	901	348	207	147	107	68	183
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	305	216	119	65	39	22	128
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4	5	1	1	1	0	2
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	588	105	57	52	31	15	86
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	29	29	29	29	29	29	29
Total Durchschnittskosten	925	355	206	146	99	65	245
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	305	216	119	65	39	22	144
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4	5	1	1	1	0	3
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	530	89	51	46	33	13	110
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	29	29	29	29	29	29	29
Total Durchschnittskosten	867	340	200	141	102	64	286

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

8.2.3 Ergebnisse in CHF pro Wohneinheit (WE)

Abbildung 8-25: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Wasser)

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen: CHF pro Wohneinheit							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	605	380	131	78	33	126
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	15	3	2	1	0	2
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'544	526	354	201	133	60	165
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	140	150	172	107	107	81	104
Total Durchschnittskosten	3'486	1'295	909	441	320	173	397
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	605	380	131	78	33	232
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	15	3	2	1	0	4
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'494	305	219	126	98	42	173
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	215	231	265	165	165	124	184
Total Durchschnittskosten	2'511	1'155	867	423	343	199	593
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	605	380	131	78	33	343
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	15	3	2	1	0	7
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'867	658	599	363	322	217	542
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	187	201	230	144	144	108	176
Total Durchschnittskosten	2'857	1'479	1'213	639	545	358	1'068
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	605	380	131	78	33	388
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	15	3	2	1	0	7
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'501	384	316	187	161	91	408
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	192	207	236	148	148	111	186
Total Durchschnittskosten	2'495	1'210	936	467	388	234	988

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-26: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Wasser)

Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro Wohneinheit							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	605	380	131	78	33	126
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	15	3	2	1	0	2
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'526	507	332	187	119	49	151
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	112	120	138	86	86	64	83
Total Durchschnittskosten	3'440	1'246	853	405	285	147	363
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	605	380	131	78	33	232
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	15	3	2	1	0	4
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'473	282	194	110	82	30	155
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	172	185	212	132	132	99	147
Total Durchschnittskosten	2'447	1'087	789	374	294	162	538
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	605	380	131	78	33	343
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	15	3	2	1	0	7
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'565	333	227	131	89	42	258
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	150	161	184	115	115	86	141
Total Durchschnittskosten	2'517	1'113	795	378	284	162	748
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	605	380	131	78	33	388
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	15	3	2	1	0	7
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'415	291	210	121	95	41	324
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	153	165	189	118	118	89	148
Total Durchschnittskosten	2'371	1'075	783	371	292	162	867

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-27: Langfristige Grenzkosten «Auffüllen/Verdichten» (Wasser)

Langfristige Grenzkosten Verdichten: CHF pro Wohneinheit							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	262	360	121	73	18	85
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	10	1	1	1	0	1
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'526	25	28	18	18	13	27
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	112	120	138	86	86	64	83
Total Durchschnittskosten	3'440	417	527	225	177	96	196
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	262	360	121	73	18	150
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	10	1	1	1	0	3
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'473	18	20	13	13	9	37
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	172	185	212	132	132	99	147
Total Durchschnittskosten	2'447	475	593	267	218	127	336
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	262	360	121	73	18	213
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	10	1	1	1	0	5
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'565	38	43	27	27	20	91
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	150	161	184	115	115	86	141
Total Durchschnittskosten	2'517	471	588	264	215	125	449
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	262	360	121	73	18	268
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	10	1	1	1	0	5
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'415	40	46	29	29	22	183
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	153	165	189	118	118	89	148
Total Durchschnittskosten	2'371	478	596	269	220	128	605

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-28: Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Wasser)

Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro Wohneinheit							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	605	380	131	78	33	126
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	15	3	2	1	0	2
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'503	482	304	170	102	36	135
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	55	60	68	43	43	32	41
Total Durchschnittskosten	3'361	1'161	755	344	224	101	304
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	605	380	131	78	33	232
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	15	3	2	1	0	4
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'457	265	173	97	70	20	142
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	85	91	104	65	65	49	72
Total Durchschnittskosten	2'344	975	661	295	214	102	450
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	605	380	131	78	33	343
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	15	3	2	1	0	7
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'530	295	184	104	62	22	224
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	74	80	91	57	57	43	70
Total Durchschnittskosten	2'406	994	659	293	199	98	644
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	792	605	380	131	78	33	388
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10	15	3	2	1	0	7
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'377	250	164	92	66	19	288
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	75	81	93	58	58	44	73
Total Durchschnittskosten	2'255	951	641	282	204	96	755

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

8.2.4 Ergebnisse in CHF pro Hektar (ha)

Abbildung 8-29: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Wasser)

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen: CHF pro Hektar							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	122	1'023	1'227	906	900	1'253	1'043
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2	25	11	12	12	17	15
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	391	890	1'141	1'394	1'527	2'297	1'717
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	21	255	555	746	1'235	3'101	1'747
Total Durchschnittskosten	536	2'192	2'933	3'059	3'675	6'668	4'521
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	122	1'023	1'227	906	900	1'253	979
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2	25	11	12	12	17	15
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	230	516	706	872	1'130	1'597	951
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	33	392	853	1'148	1'900	4'769	1'628
Total Durchschnittskosten	386	1'955	2'797	2'939	3'943	7'636	3'573
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	122	1'023	1'227	906	900	1'253	967
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2	25	11	12	12	17	16
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	287	1'114	1'934	2'523	3'700	8'347	2'305
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	29	341	742	998	1'653	4'147	939
Total Durchschnittskosten	439	2'502	3'913	4'440	6'265	13'764	4'227
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	122	1'023	1'227	906	900	1'253	916
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2	25	11	12	12	17	15
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	231	650	1'021	1'300	1'855	3'483	1'047
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	30	349	761	1'024	1'696	4'256	806
Total Durchschnittskosten	384	2'047	3'020	3'243	4'464	9'009	2'783

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-30: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Wasser)

Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro Hektar							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	122	1023	1227	906	900	1253	1'043
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2	25	11	12	12	17	15
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	389	857	1070	1299	1371	1904	1'495
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	17	204	444	597	988	2480	1'397
Total Durchschnittskosten	529	2109	2752	2815	3272	5654	3'950
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	122	1023	1227	906	900	1253	979
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2	25	11	12	12	17	15
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	227	478	624	762	948	1139	795
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	26	313	683	919	1520	3815	1'303
Total Durchschnittskosten	377	1839	2545	2599	3381	6224	3'091
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	122	1023	1227	906	900	1253	967
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2	25	11	12	12	17	16
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	241	563	732	907	1025	1634	784
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	23	272	594	799	1322	3318	751
Total Durchschnittskosten	387	1883	2564	2625	3259	6221	2'519
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	122	1023	1227	906	900	1253	916
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2	25	11	12	12	17	15
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	218	492	678	838	1091	1565	684
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	24	280	609	820	1357	3404	645
Total Durchschnittskosten	365	1819	2524	2576	3360	6239	2'259

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-31: Langfristige Grenzkosten «Auffüllen/Verdichten» (Wasser)

Langfristige Grenzkosten Verdichten: CHF pro Hektar							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	122	444	1161	840	834	693	752
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2	17	5	6	6	11	9
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	389	42	90	122	202	506	286
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	17	204	444	597	988	2480	1'397
Total Durchschnittskosten	529	706	1699	1565	2030	3690	2'444
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	122	444	1161	840	834	693	749
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2	17	5	6	6	11	9
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	227	30	65	87	144	362	127
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	26	313	683	919	1520	3815	1'303
Total Durchschnittskosten	377	804	1913	1852	2505	4881	2'187
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	122	444	1161	840	834	693	703
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2	17	5	6	6	11	10
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	241	64	139	188	310	779	185
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	23	272	594	799	1322	3318	751
Total Durchschnittskosten	387	797	1898	1832	2473	4801	1'650
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	122	444	1161	840	834	693	681
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2	17	5	6	6	11	9
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	218	68	149	200	331	831	180
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	24	280	609	820	1357	3404	645
Total Durchschnittskosten	365	809	1923	1865	2528	4939	1'515

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-32: Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Wasser)

Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro Hektar							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	122	1023	1227	906	900	1253	1'043
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2	25	11	12	12	17	15
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	385	816	980	1177	1169	1398	1'210
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	9	101	219	295	489	1226	691
Total Durchschnittskosten	517	1964	2437	2391	2570	3894	2'958
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	122	1023	1227	906	900	1253	979
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2	25	11	12	12	17	15
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	224	448	559	674	804	777	671
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	13	154	336	453	749	1880	642
Total Durchschnittskosten	361	1650	2134	2046	2465	3927	2'307
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	122	1023	1227	906	900	1253	967
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2	25	11	12	12	17	16
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	235	499	593	719	715	854	608
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	11	135	294	396	655	1645	372
Total Durchschnittskosten	370	1681	2125	2034	2282	3769	1'964
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	122	1023	1227	906	900	1253	916
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2	25	11	12	12	17	15
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	212	424	529	638	760	734	526
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	12	138	300	403	667	1675	317
Total Durchschnittskosten	347	1609	2066	1960	2340	3679	1'774

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

8.3 Verkehr – Strasseninfrastruktur

8.3.1 Ergebnisse in CHF total

Abbildung 8-33: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Verkehr)

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen: CHF total							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	13'295	31'278	42'992	54'859	114'729	70'507
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	3'630	5'060	5'710	6'460	9'530	7'168
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	10'688	7'568	7'568	7'568	7'568	7'568	7'581
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10'040	9'040	9'040	9'040	9'040	9'040	9'044
Total Durchschnittskosten	23'082	33'533	52'946	65'310	77'927	140'867	94'299
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	13'295	31'278	42'992	54'859	114'729	47'382
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	3'630	5'060	5'710	6'460	9'530	5'835
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	10'500	7'380	7'380	7'380	7'380	7'380	7'428
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	5'600	4'600	4'600	4'600	4'600	4'600	4'616
Total Durchschnittskosten	18'454	28'905	48'318	60'682	73'299	136'239	65'261
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	13'295	31'278	42'992	54'859	114'729	34'120
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	3'630	5'060	5'710	6'460	9'530	4'974
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	12'530	9'410	9'410	9'410	9'410	9'410	9'528
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	5'455	4'455	4'455	4'455	4'455	4'455	4'493
Total Durchschnittskosten	20'338	30'789	50'202	62'566	75'184	138'123	53'114
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	13'295	31'278	42'992	54'859	114'729	29'757
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	3'630	5'060	5'710	6'460	9'530	4'552
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	13'260	10'140	10'140	10'140	10'140	10'140	10'473
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	3'600	2'600	2'600	2'600	2'600	2'600	2'707
Total Durchschnittskosten	19'214	29'665	49'078	61'442	74'059	136'999	47'488

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-34: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Verkehr)

Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF total							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	13'295	31'278	42'992	54'859	114'729	70'507
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	3'630	5'060	5'710	6'460	9'530	7'168
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	8'418	5'298	5'298	5'298	5'298	5'298	5'310
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	7'328	6'328	6'328	6'328	6'328	6'328	6'332
Total Durchschnittskosten	18'099	28'550	47'964	60'327	72'945	135'884	89'316
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	13'295	31'278	42'992	54'859	114'729	47'382
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	3'630	5'060	5'710	6'460	9'530	5'835
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	8'286	5'166	5'166	5'166	5'166	5'166	5'214
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4'220	3'220	3'220	3'220	3'220	3'220	3'236
Total Durchschnittskosten	14'860	25'311	44'724	57'088	69'705	132'645	61'667
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	13'295	31'278	42'992	54'859	114'729	34'120
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	3'630	5'060	5'710	6'460	9'530	4'974
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	9'707	6'587	6'587	6'587	6'587	6'587	6'705
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4'119	3'119	3'119	3'119	3'119	3'119	3'156
Total Durchschnittskosten	16'179	26'630	46'043	58'407	71'025	133'964	48'954
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	13'295	31'278	42'992	54'859	114'729	29'757
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	3'630	5'060	5'710	6'460	9'530	4'552
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	10'218	7'098	7'098	7'098	7'098	7'098	7'431
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'820	1'820	1'820	1'820	1'820	1'820	1'927
Total Durchschnittskosten	15'392	25'843	45'256	57'620	70'237	133'177	43'666

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-35: Langfristige Grenzkosten «Auffüllen/Verdichten» (Verkehr)

Langfristige Grenzkosten Verdichten: CHF total							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'159	7'414	30'551	42'133	54'000	108'848	67'385
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	370	1'850	4'840	5'450	6'200	7'750	6'222
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	0	0	0	0	0	0	0
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	0	0	0	0	0	0	0
Total Durchschnittskosten	1'529	9'264	35'391	47'583	60'200	116'598	73'607
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'159	7'414	30'551	42'133	54'000	108'848	44'904
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	370	1'850	4'840	5'450	6'200	7'750	5'083
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	0	0	0	0	0	0	0
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	0	0	0	0	0	0	0
Total Durchschnittskosten	1'529	9'264	35'391	47'583	60'200	116'598	49'988
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'159	7'414	30'551	42'133	54'000	108'848	31'324
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	370	1'850	4'840	5'450	6'200	7'750	4'123
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	0	0	0	0	0	0	0
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	0	0	0	0	0	0	0
Total Durchschnittskosten	1'529	9'264	35'391	47'583	60'200	116'598	35'447
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'159	7'414	30'551	42'133	54'000	108'848	27'238
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	370	1'850	4'840	5'450	6'200	7'750	3'777
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	0	0	0	0	0	0	0
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	0	0	0	0	0	0	0
Total Durchschnittskosten	1'529	9'264	35'391	47'583	60'200	116'598	31'015

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-36: Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Verkehr)

Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF total							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	13'295	31'278	42'992	54'859	114'729	70'507
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	3'630	5'060	5'710	6'460	9'530	7'168
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	8'418	5'298	5'298	5'298	5'298	5'298	5'310
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	7'328	6'328	6'328	6'328	6'328	6'328	6'332
Total Durchschnittskosten	18'099	28'550	47'964	60'327	72'945	135'884	89'316
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	13'295	31'278	42'992	54'859	114'729	47'382
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	3'630	5'060	5'710	6'460	9'530	5'835
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	8'286	5'166	5'166	5'166	5'166	5'166	5'214
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4'220	3'220	3'220	3'220	3'220	3'220	3'236
Total Durchschnittskosten	14'860	25'311	44'724	57'088	69'705	132'645	61'667
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	13'295	31'278	42'992	54'859	114'729	34'120
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	3'630	5'060	5'710	6'460	9'530	4'974
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	9'707	6'587	6'587	6'587	6'587	6'587	6'705
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4'119	3'119	3'119	3'119	3'119	3'119	3'156
Total Durchschnittskosten	16'179	26'630	46'043	58'407	71'025	133'964	48'954
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	13'295	31'278	42'992	54'859	114'729	29'757
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	3'630	5'060	5'710	6'460	9'530	4'552
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	10'218	7'098	7'098	7'098	7'098	7'098	7'431
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'820	1'820	1'820	1'820	1'820	1'820	1'927
Total Durchschnittskosten	15'392	25'843	45'256	57'620	70'237	133'177	43'666

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

8.3.2 Ergebnisse in CHF pro Einwohner

Abbildung 8-37: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Verkehr)

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen: CHF pro EinwohnerIn							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	655	432	465	478	366	303	362
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	250	118	75	63	43	25	47
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	4'111	246	113	84	50	20	79
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	3'862	294	135	100	60	24	90
Total Durchschnittskosten	8'878	1'089	788	726	520	372	578
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	655	432	465	478	366	303	407
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	250	118	75	63	43	25	67
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	4'038	240	110	82	49	19	160
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'154	149	68	51	31	12	94
Total Durchschnittskosten	7'098	938	719	674	489	360	728
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	655	432	465	478	366	303	434
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	250	118	75	63	43	25	86
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	4'819	306	140	105	63	25	348
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'098	145	66	50	30	12	158
Total Durchschnittskosten	7'822	1'000	747	695	501	365	1'025
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	655	432	465	478	366	303	458
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	250	118	75	63	43	25	99
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	5'100	329	151	113	68	27	713
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'385	84	39	29	17	7	191
Total Durchschnittskosten	7'390	963	730	683	494	362	1'462

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-38: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Verkehr)

Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro EinwohnerIn							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	655	432	465	478	366	303	362
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	250	118	75	63	43	25	47
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	3'238	172	79	59	35	14	57
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'818	205	94	70	42	17	63
Total Durchschnittskosten	6'961	927	714	670	486	359	529
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	655	432	465	478	366	303	407
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	250	118	75	63	43	25	67
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	3'187	168	77	57	34	14	118
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'623	105	48	36	21	9	68
Total Durchschnittskosten	5'715	822	666	634	465	350	659
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	655	432	465	478	366	303	434
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	250	118	75	63	43	25	86
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	3'733	214	98	73	44	17	257
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'584	101	46	35	21	8	115
Total Durchschnittskosten	6'223	865	685	649	473	354	892
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	655	432	465	478	366	303	458
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	250	118	75	63	43	25	99
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	3'930	230	106	79	47	19	538
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'085	59	27	20	12	5	146
Total Durchschnittskosten	5'920	839	673	640	468	352	1'241

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-39: Langfristige Grenzkosten «Auffüllen/Verdichten» (Verkehr)

Langfristige Grenzkosten Verdichten: CHF pro EinwohnerIn							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	446	241	455	468	360	287	334
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	142	60	72	61	41	20	38
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	0	0	0	0	0	0	0
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	0	0	0	0	0	0	0
Total Durchschnittskosten	588	301	527	529	401	308	372
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	446	241	455	468	360	287	356
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	142	60	72	61	41	20	51
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	0	0	0	0	0	0	0
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	0	0	0	0	0	0	0
Total Durchschnittskosten	588	301	527	529	401	308	406
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	446	241	455	468	360	287	352
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	142	60	72	61	41	20	59
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	0	0	0	0	0	0	0
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	0	0	0	0	0	0	0
Total Durchschnittskosten	588	301	527	529	401	308	411
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	446	241	455	468	360	287	368
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	142	60	72	61	41	20	67
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	0	0	0	0	0	0	0
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	0	0	0	0	0	0	0
Total Durchschnittskosten	588	301	527	529	401	308	435

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-40: Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Verkehr)

Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro EinwohnerIn							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	655	432	465	478	366	303	362
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	250	118	75	63	43	25	47
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	3'238	172	79	59	35	14	57
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'818	205	94	70	42	17	63
Total Durchschnittskosten	6'961	927	714	670	486	359	529
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	655	432	465	478	366	303	407
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	250	118	75	63	43	25	67
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	3'187	168	77	57	34	14	118
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'623	105	48	36	21	9	68
Total Durchschnittskosten	5'715	822	666	634	465	350	659
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	655	432	465	478	366	303	434
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	250	118	75	63	43	25	86
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	3'733	214	98	73	44	17	257
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'584	101	46	35	21	8	115
Total Durchschnittskosten	6'223	865	685	649	473	354	892
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	655	432	465	478	366	303	458
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	250	118	75	63	43	25	99
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	3'930	230	106	79	47	19	538
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'085	59	27	20	12	5	146
Total Durchschnittskosten	5'920	839	673	640	468	352	1'241

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

8.3.3 Ergebnisse in CHF pro Wohneinheit (WE)

Abbildung 8-41: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Verkehr)

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen: CHF pro Wohneinheit							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	1'209	1'489	955	731	454	718
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	330	241	127	86	38	101
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	10'688	688	360	168	101	30	186
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	10'040	822	430	201	121	36	211
Total Durchschnittskosten	23'082	3'048	2'521	1'451	1'039	558	1'216
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	1'209	1'489	955	731	454	921
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	330	241	127	86	38	162
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	10'500	671	351	164	98	29	408
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	5'600	418	219	102	61	18	240
Total Durchschnittskosten	18'454	2'628	2'301	1'348	977	540	1'732
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	1'209	1'489	955	731	454	1'073
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	330	241	127	86	38	222
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	12'530	855	448	209	125	37	914
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	5'455	405	212	99	59	18	415
Total Durchschnittskosten	20'338	2'799	2'391	1'390	1'002	547	2'624
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	1'209	1'489	955	731	454	1'160
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	330	241	127	86	38	260
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	13'260	922	483	225	135	40	1'869
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	3'600	236	124	58	35	10	501
Total Durchschnittskosten	19'214	2'697	2'337	1'365	987	543	3'790

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-42: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Verkehr)

Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro Wohneinheit							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	1'209	1'489	955	731	454	718
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	330	241	127	86	38	101
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	8'418	482	252	118	71	21	134
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	7'328	575	301	141	84	25	149
Total Durchschnittskosten	18'099	2'595	2'284	1'341	973	538	1'102
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	1'209	1'489	955	731	454	921
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	330	241	127	86	38	162
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	8'286	470	246	115	69	20	300
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4'220	293	153	72	43	13	173
Total Durchschnittskosten	14'860	2'301	2'130	1'269	929	525	1'556
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	1'209	1'489	955	731	454	1'073
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	330	241	127	86	38	222
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	9'707	599	314	146	88	26	675
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4'119	284	149	69	42	12	302
Total Durchschnittskosten	16'179	2'421	2'193	1'298	947	531	2'272
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	1'209	1'489	955	731	454	1'160
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	330	241	127	86	38	260
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	10'218	645	338	158	95	28	1'408
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'820	165	87	40	24	7	382
Total Durchschnittskosten	15'392	2'349	2'155	1'280	936	527	3'211

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-43: Langfristige Grenzkosten «Auffüllen/Verdichten» (Verkehr)

Langfristige Grenzkosten Verdichten: CHF pro Wohneinheit							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'159	674	1'455	936	720	431	649
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	370	168	230	121	83	31	80
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	0	0	0	0	0	0	0
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	0	0	0	0	0	0	0
Total Durchschnittskosten	1'529	842	1'685	1'057	803	462	729
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'159	674	1'455	936	720	431	783
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	370	168	230	121	83	31	119
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	0	0	0	0	0	0	0
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	0	0	0	0	0	0	0
Total Durchschnittskosten	1'529	842	1'685	1'057	803	462	902
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'159	674	1'455	936	720	431	847
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	370	168	230	121	83	31	149
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	0	0	0	0	0	0	0
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	0	0	0	0	0	0	0
Total Durchschnittskosten	1'529	842	1'685	1'057	803	462	997
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'159	674	1'455	936	720	431	914
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	370	168	230	121	83	31	173
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	0	0	0	0	0	0	0
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	0	0	0	0	0	0	0
Total Durchschnittskosten	1'529	842	1'685	1'057	803	462	1'087

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-44: Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Verkehr)

Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro Wohneinheit							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	1'209	1'489	955	731	454	718
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	330	241	127	86	38	101
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	8'418	482	252	118	71	21	134
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	7'328	575	301	141	84	25	149
Total Durchschnittskosten	18'099	2'595	2'284	1'341	973	538	1'102
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	1'209	1'489	955	731	454	921
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	330	241	127	86	38	162
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	8'286	470	246	115	69	20	300
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4'220	293	153	72	43	13	173
Total Durchschnittskosten	14'860	2'301	2'130	1'269	929	525	1'556
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	1'209	1'489	955	731	454	1'073
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	330	241	127	86	38	222
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	9'707	599	314	146	88	26	675
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	4'119	284	149	69	42	12	302
Total Durchschnittskosten	16'179	2'421	2'193	1'298	947	531	2'272
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'704	1'209	1'489	955	731	454	1'160
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	650	330	241	127	86	38	260
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	10'218	645	338	158	95	28	1'408
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'820	165	87	40	24	7	382
Total Durchschnittskosten	15'392	2'349	2'155	1'280	936	527	3'211

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

8.3.4 Ergebnisse in CHF pro Hektar (ha)

Abbildung 8-45: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Verkehr)

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen: CHF pro Hektar							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	262	2'045	4'805	6'635	8'408	17'476	10'772
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	100	558	777	881	990	1'452	1'096
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'644	1'164	1'163	1'168	1'160	1'153	1'160
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'545	1'391	1'389	1'395	1'385	1'377	1'384
Total Durchschnittskosten	3'551	5'158	8'133	10'079	11'943	21'457	14'413
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	262	2'045	4'805	6'635	8'408	17'476	7'261
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	100	558	777	881	990	1'452	895
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'615	1'135	1'134	1'139	1'131	1'124	1'140
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	862	708	707	710	705	701	709
Total Durchschnittskosten	2'839	4'446	7'422	9'364	11'234	20'752	10'005
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	262	2'045	4'805	6'635	8'408	17'476	5'240
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	100	558	777	881	990	1'452	764
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'928	1'447	1'445	1'452	1'442	1'433	1'465
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	839	685	684	688	683	679	691
Total Durchschnittskosten	3'129	4'736	7'712	9'655	11'522	21'039	8'159
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	262	2'045	4'805	6'635	8'408	17'476	4'574
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	100	558	777	881	990	1'452	700
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'040	1'560	1'558	1'565	1'554	1'545	1'611
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	554	400	399	401	398	396	416
Total Durchschnittskosten	2'956	4'563	7'539	9'482	11'350	20'868	7'300

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-46: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Verkehr)

Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro Hektar							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	262	2'045	4'805	6'635	8'408	17'476	10'772
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	100	558	777	881	990	1'452	1'096
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'295	815	814	818	812	807	813
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'127	973	972	977	970	964	969
Total Durchschnittskosten	2'784	4'392	7'368	9'310	11'179	20'698	13'650
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	262	2'045	4'805	6'635	8'408	17'476	7'261
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	100	558	777	881	990	1'452	895
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'275	795	794	797	792	787	801
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	649	495	495	497	493	490	497
Total Durchschnittskosten	2'286	3'893	6'870	8'810	10'683	20'205	9'454
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	262	2'045	4'805	6'635	8'408	17'476	5'240
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	100	558	777	881	990	1'452	764
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'493	1'013	1'012	1'016	1'009	1'003	1'031
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	634	480	479	481	478	475	485
Total Durchschnittskosten	2'489	4'096	7'073	9'013	10'885	20'406	7'520
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	262	2'045	4'805	6'635	8'408	17'476	4'574
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	100	558	777	881	990	1'452	700
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'572	1'092	1'090	1'095	1'088	1'081	1'143
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	434	280	280	281	279	277	296
Total Durchschnittskosten	2'368	3'975	6'952	8'892	10'764	20'286	6'712

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-47: Langfristige Grenzkosten «Auffüllen/Verdichten» (Verkehr)

Langfristige Grenzkosten Verdichten: CHF pro Hektar							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	178	1'140	4'693	6'502	8'276	16'580	10'295
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	57	285	743	841	950	1'181	952
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	0	0	0	0	0	0	0
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	0	0	0	0	0	0	0
Total Durchschnittskosten	235	1'425	5'436	7'343	9'226	17'761	11'247
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	178	1'140	4'693	6'502	8'276	16'580	6'881
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	57	285	743	841	950	1'181	780
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	0	0	0	0	0	0	0
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	0	0	0	0	0	0	0
Total Durchschnittskosten	235	1'425	5'436	7'343	9'226	17'761	7'661
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	178	1'140	4'693	6'502	8'276	16'580	4'810
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	57	285	743	841	950	1'181	633
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	0	0	0	0	0	0	0
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	0	0	0	0	0	0	0
Total Durchschnittskosten	235	1'425	5'436	7'343	9'226	17'761	5'443
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	178	1'140	4'693	6'502	8'276	16'580	4'186
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	57	285	743	841	950	1'181	581
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	0	0	0	0	0	0	0
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	0	0	0	0	0	0	0
Total Durchschnittskosten	235	1'425	5'436	7'343	9'226	17'761	4'767

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-48: Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Verkehr)

Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro Hektar							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	262	2'045	4'805	6'635	8'408	17'476	10'772
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	100	558	777	881	990	1'452	1'096
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'295	815	814	818	812	807	813
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'127	973	972	977	970	964	969
Total Durchschnittskosten	2'784	4'392	7'368	9'310	11'179	20'698	13'650
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	262	2'045	4'805	6'635	8'408	17'476	7'261
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	100	558	777	881	990	1'452	895
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'275	795	794	797	792	787	801
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	649	495	495	497	493	490	497
Total Durchschnittskosten	2'286	3'893	6'870	8'810	10'683	20'205	9'454
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	262	2'045	4'805	6'635	8'408	17'476	5'240
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	100	558	777	881	990	1'452	764
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'493	1'013	1'012	1'016	1'009	1'003	1'031
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	634	480	479	481	478	475	485
Total Durchschnittskosten	2'489	4'096	7'073	9'013	10'885	20'406	7'520
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	262	2'045	4'805	6'635	8'408	17'476	4'574
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	100	558	777	881	990	1'452	700
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'572	1'092	1'090	1'095	1'088	1'081	1'143
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	434	280	280	281	279	277	296
Total Durchschnittskosten	2'368	3'975	6'952	8'892	10'764	20'286	6'712

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

8.4 Stromversorgung

8.4.1 Ergebnisse in CHF total

Abbildung 8-49: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Strom)

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen: CHF total							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	6'971	4'945	7'846	8'373	13'577	9'969
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	2'164	1'374	2'203	2'353	4'211	2'963
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'399	3'123	8'722	10'474	12'015	17'892	13'022
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	350	1'434	3'334	4'336	6'643	15'438	8'992
Total Durchschnittskosten	13'236	13'692	18'376	24'858	29'384	51'118	34'945
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	6'971	4'945	7'846	8'373	13'577	8'260
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	2'164	1'374	2'203	2'353	4'211	2'414
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'816	2'540	6'973	8'434	9'975	15'852	8'341
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	350	1'434	3'334	4'336	6'643	15'438	5'665
Total Durchschnittskosten	12'653	13'109	16'627	22'818	27'344	49'077	24'681
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	6'971	4'945	7'846	8'373	13'577	7'460
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	2'164	1'374	2'203	2'353	4'211	2'196
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'474	2'712	7'030	8'711	11'344	21'384	7'050
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	373	1'712	3'939	5'146	7'994	18'850	4'649
Total Durchschnittskosten	12'336	13'558	17'289	23'906	30'065	58'021	21'355
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	6'971	4'945	7'846	8'373	13'577	7'245
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	2'164	1'374	2'203	2'353	4'211	2'152
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'657	5'133	8'813	11'301	16'567	36'646	9'139
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	781	2'472	4'779	6'271	9'869	23'585	5'009
Total Durchschnittskosten	13'926	16'739	19'912	27'621	37'163	78'018	23'545

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-50: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Strom)

Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF total							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	6'971	4'945	7'846	8'373	13'577	9'969
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	2'164	1'374	2'203	2'353	4'211	2'963
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'399	3'123	8'722	10'474	12'015	17'892	13'022
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	350	1'434	3'334	4'336	6'643	15'438	8'992
Total Durchschnittskosten	13'236	13'692	18'376	24'858	29'384	51'118	34'945
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	6'971	4'945	7'846	8'373	13'577	8'260
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	2'164	1'374	2'203	2'353	4'211	2'414
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'816	2'540	6'973	8'434	9'975	15'852	8'341
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	350	1'434	3'334	4'336	6'643	15'438	5'665
Total Durchschnittskosten	12'653	13'109	16'627	22'818	27'344	49'077	24'681
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	6'971	4'945	7'846	8'373	13'577	7'460
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	2'164	1'374	2'203	2'353	4'211	2'196
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'474	2'712	7'030	8'711	11'344	21'384	7'050
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	373	1'712	3'939	5'146	7'994	18'850	4'649
Total Durchschnittskosten	12'336	13'558	17'289	23'906	30'065	58'021	21'355
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	6'971	4'945	7'846	8'373	13'577	7'245
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	2'164	1'374	2'203	2'353	4'211	2'152
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'657	5'133	8'813	11'301	16'567	36'646	9'139
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	781	2'472	4'779	6'271	9'869	23'585	5'009
Total Durchschnittskosten	13'926	16'739	19'912	27'621	37'163	78'018	23'545

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-51: Langfristige Grenzkosten «Auffüllen/Verdichten» (Strom)

Langfristige Grenzkosten Verdichten: CHF total							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	6'573	2'130	847	1'893	2'421	4'587	3'103
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	145	1'539	749	953	1'103	1'711	1'337
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	67	791	1'726	2'312	3'854	9'731	5'467
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	100	1'184	2'584	3'461	5'768	14'563	8'182
Total Durchschnittskosten	6'884	5'645	5'907	8'619	13'145	30'591	18'089
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	6'573	2'130	847	1'893	2'421	4'587	2'435
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	145	1'539	749	953	1'103	1'711	1'193
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	67	791	1'726	2'312	3'854	9'731	3'304
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	100	1'184	2'584	3'461	5'768	14'563	4'945
Total Durchschnittskosten	6'884	5'645	5'907	8'619	13'145	30'591	11'877
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	6'573	2'130	847	1'893	2'421	4'587	2'231
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	145	1'539	749	953	1'103	1'711	1'168
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	114	1'352	2'949	3'950	6'583	16'623	3'736
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	123	1'462	3'189	4'271	7'119	17'975	4'040
Total Durchschnittskosten	6'955	6'483	7'735	11'067	17'226	40'896	11'174
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	6'573	2'130	847	1'893	2'421	4'587	2'424
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	145	1'539	749	953	1'103	1'711	1'062
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	228	2'703	5'899	7'900	13'166	33'245	6'241
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	156	1'847	4'029	5'396	8'994	22'710	4'263
Total Durchschnittskosten	7'102	8'220	11'524	16'142	25'684	62'252	13'989

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-52: Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Strom)

Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF total							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	6'971	4'945	7'846	8'373	13'577	9'969
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	2'164	1'374	2'203	2'353	4'211	2'963
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'332	2'332	6'996	8'162	8'162	8'162	7'555
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	334	1'242	2'914	3'773	5'705	13'071	7'662
Total Durchschnittskosten	13'153	12'708	16'229	21'983	24'593	39'020	28'148
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	6'971	4'945	7'846	8'373	13'577	8'260
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	2'164	1'374	2'203	2'353	4'211	2'414
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'749	1'749	5'247	6'121	6'121	6'121	5'037
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	334	1'242	2'914	3'773	5'705	13'071	4'862
Total Durchschnittskosten	12'570	12'125	14'480	19'943	22'553	36'979	20'573
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	6'971	4'945	7'846	8'373	13'577	7'460
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	2'164	1'374	2'203	2'353	4'211	2'196
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'360	1'360	4'081	4'761	4'761	4'761	3'315
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	341	1'327	3'099	4'021	6'119	14'116	3'585
Total Durchschnittskosten	12'189	11'822	13'500	18'831	21'606	36'664	16'556
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	6'971	4'945	7'846	8'373	13'577	7'245
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	2'164	1'374	2'203	2'353	4'211	2'152
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'429	2'429	2'915	3'401	3'401	3'401	2'898
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	716	1'702	3'099	4'021	6'119	14'116	3'231
Total Durchschnittskosten	13'633	13'266	12'334	17'471	20'246	35'304	15'527

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

8.4.2 Ergebnisse in CHF pro Einwohner

Abbildung 8-53: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Strom)

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen: CHF pro EinwohnerIn							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	3'016	226	74	87	56	36	80
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'017	70	20	24	16	11	24
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	923	101	130	116	80	47	78
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	135	47	50	48	44	41	44
Total Durchschnittskosten	5'091	445	273	276	196	135	226
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	3'016	226	74	87	56	36	144
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'017	70	20	24	16	11	45
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	698	82	104	94	67	42	85
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	135	47	50	48	44	41	47
Total Durchschnittskosten	4'867	426	247	254	182	130	321
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	3'016	226	74	87	56	36	238
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'017	70	20	24	16	11	76
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	567	88	105	97	76	56	106
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	144	56	59	57	53	50	59
Total Durchschnittskosten	4'744	440	257	266	200	153	478
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	3'016	226	74	87	56	36	437
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'017	70	20	24	16	11	143
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'022	167	131	126	110	97	233
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	300	80	71	70	66	62	97
Total Durchschnittskosten	5'356	543	296	307	248	206	910

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-54: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Strom)

Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro EinwohnerIn							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	3'016	226	74	87	56	36	80
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'017	70	20	24	16	11	24
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	923	101	130	116	80	47	78
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	135	47	50	48	44	41	44
Total Durchschnittskosten	5'091	445	273	276	196	135	226
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	3'016	226	74	87	56	36	144
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'017	70	20	24	16	11	45
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	698	82	104	94	67	42	85
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	135	47	50	48	44	41	47
Total Durchschnittskosten	4'867	426	247	254	182	130	321
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	3'016	226	74	87	56	36	238
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'017	70	20	24	16	11	76
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	567	88	105	97	76	56	106
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	144	56	59	57	53	50	59
Total Durchschnittskosten	4'744	440	257	266	200	153	478
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	3'016	226	74	87	56	36	437
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'017	70	20	24	16	11	143
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'022	167	131	126	110	97	233
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	300	80	71	70	66	62	97
Total Durchschnittskosten	5'356	543	296	307	248	206	910

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-55: Langfristige Grenzkosten «Auffüllen/Verdichten» (Strom)

Langfristige Grenzkosten Verdichten: CHF pro EinwohnerIn							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	2'528	69	13	21	16	12	30
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	56	50	11	11	7	5	11
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	26	26	26	26	26	26	26
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	38	38	38	38	38	38	38
Total Durchschnittskosten	2'648	183	88	96	88	81	105
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	2'528	69	13	21	16	12	67
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	56	50	11	11	7	5	18
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	26	26	26	26	26	26	26
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	38	38	38	38	38	38	38
Total Durchschnittskosten	2'648	183	88	96	88	81	149
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	2'528	69	13	21	16	12	131
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	56	50	11	11	7	5	26
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	44	44	44	44	44	44	44
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	47	47	47	47	47	47	47
Total Durchschnittskosten	2'675	210	115	123	115	108	248
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	2'528	69	13	21	16	12	302
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	56	50	11	11	7	5	28
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	88	88	88	88	88	88	88
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	60	60	60	60	60	60	60
Total Durchschnittskosten	2'731	267	171	179	171	164	478

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-56: Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Strom)

Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro EinwohnerIn							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	3'016	226	74	87	56	36	80
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'017	70	20	24	16	11	24
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	897	76	104	91	54	22	52
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	128	40	43	42	38	35	38
Total Durchschnittskosten	5'059	413	242	244	164	103	194
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	3'016	226	74	87	56	36	144
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'017	70	20	24	16	11	45
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	673	57	78	68	41	16	60
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	128	40	43	42	38	35	41
Total Durchschnittskosten	4'835	394	215	222	150	98	289
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	3'016	226	74	87	56	36	238
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'017	70	20	24	16	11	76
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	523	44	61	53	32	13	62
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	131	43	46	45	41	37	46
Total Durchschnittskosten	4'688	384	201	209	144	97	422
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	3'016	226	74	87	56	36	437
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	1'017	70	20	24	16	11	143
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	934	79	43	38	23	9	145
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	275	55	46	45	41	37	72
Total Durchschnittskosten	5'243	431	184	194	135	93	798

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

8.4.3 Ergebnisse in CHF pro Wohneinheit (WE)

Abbildung 8-57: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Strom)

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen: CHF pro Wohneinheit							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	634	235	174	112	54	180
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	197	65	49	31	17	55
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'399	284	415	233	160	71	161
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	350	130	159	96	89	61	86
Total Durchschnittskosten	13'236	1'245	875	552	392	202	482
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	634	235	174	112	54	360
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	197	65	49	31	17	112
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'816	231	332	187	133	63	198
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	350	130	159	96	89	61	106
Total Durchschnittskosten	12'653	1'192	792	507	365	194	776
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	634	235	174	112	54	620
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	197	65	49	31	17	198
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'474	247	335	194	151	85	265
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	373	156	188	114	107	75	145
Total Durchschnittskosten	12'336	1'233	823	531	401	230	1'228
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	634	235	174	112	54	1'141
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	197	65	49	31	17	374
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'657	467	420	251	221	145	600
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	781	225	228	139	132	93	248
Total Durchschnittskosten	13'926	1'522	948	614	496	309	2'363

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-58: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Strom)

Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro Wohneinheit							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	634	235	174	112	54	180
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	197	65	49	31	17	55
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'399	284	415	233	160	71	161
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	350	130	159	96	89	61	86
Total Durchschnittskosten	13'236	1'245	875	552	392	202	482
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	634	235	174	112	54	360
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	197	65	49	31	17	112
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'816	231	332	187	133	63	198
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	350	130	159	96	89	61	106
Total Durchschnittskosten	12'653	1'192	792	507	365	194	776
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	634	235	174	112	54	620
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	197	65	49	31	17	198
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'474	247	335	194	151	85	265
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	373	156	188	114	107	75	145
Total Durchschnittskosten	12'336	1'233	823	531	401	230	1'228
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	634	235	174	112	54	1'141
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	197	65	49	31	17	374
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'657	467	420	251	221	145	600
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	781	225	228	139	132	93	248
Total Durchschnittskosten	13'926	1'522	948	614	496	309	2'363

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-59: Langfristige Grenzkosten «Auffüllen/Verdichten» (Strom)

Langfristige Grenzkosten Verdichten: CHF pro Wohneinheit							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	6'573	194	40	42	32	18	70
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	145	140	36	21	15	7	25
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	67	72	82	51	51	39	50
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	100	108	123	77	77	58	74
Total Durchschnittskosten	6'884	513	281	192	175	121	219
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	6'573	194	40	42	32	18	170
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	145	140	36	21	15	7	46
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	67	72	82	51	51	39	57
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	100	108	123	77	77	58	85
Total Durchschnittskosten	6'884	513	281	192	175	121	358
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	6'573	194	40	42	32	18	341
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	145	140	36	21	15	7	69
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	114	123	140	88	88	66	107
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	123	133	152	95	95	71	116
Total Durchschnittskosten	6'955	589	368	246	230	162	633
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	6'573	194	40	42	32	18	786
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	145	140	36	21	15	7	75
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	228	246	281	176	176	132	221
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	156	168	192	120	120	90	151
Total Durchschnittskosten	7'102	747	549	359	342	247	1'233

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-60: Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Strom)

Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro Wohneinheit							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	634	235	174	112	54	180
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	197	65	49	31	17	55
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'332	212	333	181	109	32	111
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	334	113	139	84	76	52	74
Total Durchschnittskosten	13'153	1'155	773	489	328	155	420
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	634	235	174	112	54	360
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	197	65	49	31	17	112
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'749	159	250	136	82	24	141
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	334	113	139	84	76	52	92
Total Durchschnittskosten	12'570	1'102	690	443	301	146	706
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	634	235	174	112	54	620
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	197	65	49	31	17	198
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	1'360	124	194	106	63	19	158
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	341	121	148	89	82	56	115
Total Durchschnittskosten	12'189	1'075	643	418	288	145	1'090
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	7'843	634	235	174	112	54	1'141
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	2'645	197	65	49	31	17	374
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	2'429	221	139	76	45	13	379
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	716	155	148	89	82	56	185
Total Durchschnittskosten	13'633	1'206	587	388	270	140	2'079

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

8.4.4 Ergebnisse in CHF pro Hektar (ha)

Abbildung 8-61: Durchschnittskosten bestehende Siedlungen (Strom)

Durchschnittskosten bestehende Siedlungen: CHF pro Hektar							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'207	1'072	760	1'211	1'283	2'068	1'524
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	407	333	211	340	361	641	453
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	369	480	1'340	1'616	1'841	2'725	1'991
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	54	221	512	669	1'018	2'352	1'373
Total Durchschnittskosten	2'036	2'106	2'823	3'836	4'503	7'786	5'342
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'207	1'072	760	1'211	1'283	2'068	1'267
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	407	333	211	340	361	641	370
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	279	391	1'071	1'301	1'529	2'415	1'279
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	54	221	512	669	1'018	2'352	868
Total Durchschnittskosten	1'947	2'016	2'554	3'521	4'191	7'476	3'784
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'207	1'072	760	1'211	1'283	2'068	1'146
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	407	333	211	340	361	641	338
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	227	417	1'080	1'344	1'739	3'257	1'083
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	57	263	605	794	1'225	2'871	714
Total Durchschnittskosten	1'898	2'086	2'656	3'689	4'608	8'838	3'280
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'207	1'072	760	1'211	1'283	2'068	1'114
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	407	333	211	340	361	641	331
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	409	790	1'354	1'744	2'539	5'582	1'404
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	120	380	734	968	1'512	3'593	770
Total Durchschnittskosten	2'142	2'575	3'059	4'262	5'695	11'884	3'619

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-62: Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Strom)

Langfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro Hektar							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'207	1'072	760	1'211	1'283	2'068	1'524
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	407	333	211	340	361	641	453
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	369	480	1'340	1'616	1'841	2'725	1'991
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	54	221	512	669	1'018	2'352	1'373
Total Durchschnittskosten	2'036	2'106	2'823	3'836	4'503	7'786	5'342
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'207	1'072	760	1'211	1'283	2'068	1'267
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	407	333	211	340	361	641	370
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	279	391	1'071	1'301	1'529	2'415	1'279
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	54	221	512	669	1'018	2'352	868
Total Durchschnittskosten	1'947	2'016	2'554	3'521	4'191	7'476	3'784
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'207	1'072	760	1'211	1'283	2'068	1'146
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	407	333	211	340	361	641	338
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	227	417	1'080	1'344	1'739	3'257	1'083
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	57	263	605	794	1'225	2'871	714
Total Durchschnittskosten	1'898	2'086	2'656	3'689	4'608	8'838	3'280
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'207	1'072	760	1'211	1'283	2'068	1'114
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	407	333	211	340	361	641	331
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	409	790	1'354	1'744	2'539	5'582	1'404
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	120	380	734	968	1'512	3'593	770
Total Durchschnittskosten	2'142	2'575	3'059	4'262	5'695	11'884	3'619

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-63: Langfristige Grenzkosten «Auffüllen/Verdichten» (Strom)

Langfristige Grenzkosten Verdichten: CHF pro Hektar							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'011	328	130	292	371	699	474
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	22	237	115	147	169	261	204
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	10	122	265	357	591	1'482	835
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	15	182	397	534	884	2'218	1'250
Total Durchschnittskosten	1'059	868	907	1'330	2'015	4'660	2'763
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'011	328	130	292	371	699	373
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	22	237	115	147	169	261	183
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	10	122	265	357	591	1'482	506
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	15	182	397	534	884	2'218	757
Total Durchschnittskosten	1'059	868	907	1'330	2'015	4'660	1'820
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'011	328	130	292	371	699	343
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	22	237	115	147	169	261	179
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	18	208	453	610	1'009	2'532	573
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	19	225	490	659	1'091	2'738	620
Total Durchschnittskosten	1'070	997	1'188	1'708	2'640	6'229	1'716
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'011	328	130	292	371	699	373
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	22	237	115	147	169	261	163
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	35	416	906	1'219	2'018	5'064	959
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	24	284	619	833	1'378	3'459	655
Total Durchschnittskosten	1'093	1'264	1'770	2'491	3'936	9'482	2'150

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Abbildung 8-64: Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen (Strom)

Kurzfristige Grenzkosten neue Siedlungen: CHF pro Hektar							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	im ø*
GrossZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'207	1'072	760	1'211	1'283	2'068	1'524
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	407	333	211	340	361	641	453
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	359	359	1'075	1'260	1'251	1'243	1'156
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	51	191	448	582	874	1'991	1'170
Total Durchschnittskosten	2'024	1'955	2'493	3'393	3'769	5'944	4'304
MNZen							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'207	1'072	760	1'211	1'283	2'068	1'267
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	407	333	211	340	361	641	370
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	269	269	806	945	938	932	773
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	51	191	448	582	874	1'991	745
Total Durchschnittskosten	1'934	1'865	2'224	3'078	3'456	5'633	3'155
Gürtel							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'207	1'072	760	1'211	1'283	2'068	1'146
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	407	333	211	340	361	641	338
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	209	209	627	735	730	725	509
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	52	204	476	621	938	2'150	550
Total Durchschnittskosten	1'875	1'818	2'074	2'906	3'311	5'585	2'544
LandGem							
Innere Erschliessung: Kapitalkosten	1'207	1'072	760	1'211	1'283	2'068	1'114
Innere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	407	333	211	340	361	641	331
Äussere Erschliessung: Kapitalkosten	374	374	448	525	521	518	446
Äussere Erschliessung: Kosten Betrieb / Unterhalt	110	262	476	621	938	2'150	497
Total Durchschnittskosten	2'097	2'041	1'895	2'696	3'103	5'378	2'387

* Gewichteter Durchschnittswert gemäss jeweiligem Anteil der verschiedenen Siedlungstypen

Literaturverzeichnis

- ARE Bundesamt für Raumentwicklung (2012)
Trends und Herausforderungen in der Raumentwicklung. Zahlen und Hintergründe zum Raumkonzept Schweiz.
- ARE Bundesamt für Raumentwicklung; BFS (2012)
Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010.
- Baudirektion Kanton Zürich (2014)
Monitoring ökonomischer Indikatoren in der Siedlungswasserwirtschaft Abwasser und Wasserversorgung. Erhebung 2013.
- BFE Bundesamt für Energie (2015)
Gesamtenergiestatistik 2014.
- BFE Bundesamt für Energie (2015)
Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2014.
- BFE Bundesamt für Energie (2016)
Gesamtenergiestatistik 2015.
- BFS Bundesamt für Statistik (2013)
Mobilität und Verkehr. Taschenstatistik 2013. Neuchâtel.
- BFS Bundesamt für Statistik (2013)
Strassenrechnung der Schweiz 2011. In: BFS Aktuell. 11 Mobilität und Verkehr. Neuchâtel.
- BFS Bundesamt für Statistik (2015)
Arealstatistik Schweiz. Erhebung der Bodennutzung und der Bodenbedeckung. Ausgabe 2015/16.
- BFS Bundesamt für Statistik (2015)
Kosten und Finanzierung des Verkehrs (KFV).
- BFS Bundesamt für Statistik (2015)
Strasseninfrastrukturechnung der Schweiz 2012.
- BVE - Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern (1997)
Vollzugskonzept Siedlungsentwässerung (VOKOS), 1997.
- Carruthers John I, Ulfarsson Gudmundur F (2003)
Urban sprawl and the cost of public services. Environment and Planning B: Planning and Design 2003, volume 30, pages 503 – 522.
- Consentec (2015)
Entwicklung der Netzkosten in der Schweiz vor dem Hintergrund des derzeitigen Bedarfs, der ES2050 und der Strategie Stromnetze. Studie im Auftrag des Bundesamts für Energie.

- Dallhammer Erich (2014)
Die Folgekosten der Infrastruktur bestimmen die Handlungsspielräume der Zukunft.
Präsentation im Rahmen der Oberösterreichischen Zukunftsakademie. Linz.
- Dallhammer Erich, Mollay Ursula (2008)
Infrastrukturkosten der Siedlungserweiterung bei bestehenden Leitungsnetzen.
Endbericht. Im Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung.
- Deal B., Schunk D. (2004)
Spatial Dynamic Modelling and Urban Land Use Transformation: a Simulation Approach
to Assessing the Costs of Urban Sprawl. *Ecological Economics*, Vol. 51, 79-95.
- Doubek C. (2001)
Die Kosten der Zersiedelung. *Raumforschung*, Nr. 43/01, 40-45.
- eawag (2015)
Selected Prices and Costs for Swiss Urban Water Infrastructure. Dübendorf.
- Ecoplan (1999)
Service Public im liberalisierten Strommarkt.
- Ecoplan (2000)
Siedlungsentwicklung und Infrastrukturkosten. Schlussbericht. Bern.
- Ecoplan (2010)
Handbuch eNISTRA 2010.
- Ecoplan (2015)
Smart Metering Roll Out – Kosten und Nutzen.
- Ecoplan, infras (2014)
Externe Effekte des Verkehrs 2010. Monetarisierung von Umwelt-, Unfall- und
Gesundheitseffekten. Bericht zuhanden des Bundesamts für Raumentwicklung.
- Eggimann, S., Truffer, B., Maurer, M. (2016)
The cost of hybrid waste water systems: a systematic framework for specifying minimum
cost-connection rates. *Water Research* 103, 472–484.
- EICom Eidgenössische Elektrizitätskommission (2016)
Tätigkeitsbericht der EICom 2015.
- Fackler Andreas, Braumann Christoph (2007)
Infrastrukturkostenstudie Salzburg. Zusammenhänge von Bebauungsart und -dichte
sowie Erschliessungskosten. Salzburger Institut für Raumordnung & Wohnen.
- Girmscheid, G.; Lindenmann, H.-P.; Schiffmann, F.; Dreyer, J. (2008)
Kommunale Strassennetze in der Schweiz: Formen neuer Public Private Partnership
(PPP) - Kooperationen für den Unterhalt. Forschungsprojekt ASTRA 2003/07.
- HSR Hochschule für Technik Rapperswil (2016)
Werterhalt der Strasseninfrastruktur. Georeferenzierte Berechnung der
Werterhaltungskosten eines Strassennetzes.

- Jaeger Jochen, Schwick Christian, Bertiller René, Kienast Felix (2008)
Landschaftszersiedelung Schweiz - Quantitative Analyse 1935 bis 2002 und
Folgerungen für die Raumplanung. Wissenschaftlicher Abschlussbericht. Nationales
Forschungsprogramm NFP 54 «Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung».
Zürich.
- Jenssen T. und Karakoyun E (2005).
Einfluss von Siedlungsstruktur und Siedlungsentwicklung auf Infrastrukturkosten.
Dargestellt am Beispiel der Abwasserentsorgung. Diplomarbeit an der Universität
Dortmund, Fakultät Raumplanung.
- Katrin (2011)
Zusammenstellung Versickerung, Grauwasserbehandlung, dezentrale Anlagen. Bericht
eawag, Dübendorf.
- Kemper R. (2009).
Einflussfaktoren der Infrastrukturfolgekosten in Bündner Gemeinden. Schlussbericht,
IRAP Institut für Raumentwicklung, Rapperswil.
- Kemper R. und Gilgen, K. (2008)
Einflussfaktoren der Folgekosten kommunaler Infrastrukturen. Schlussbericht zum KTI-
Projekt, IRAP Institut für Raumentwicklung, Rapperswil.
- Koziol M und Holger F. (2009)
Abschätzung der Infrastrukturfolgekosten. In Folgekosten der Siedlungsentwicklung,
Bewertungsansätze, Modelle und Werkzeuge der Kosten-Nutzen-Betrachtung (Thomas
Preuß, Holger Floeting, Hrsg.). S. 73-84.
- metron (2014)
Dichte und Mobilitätsverhalten. Zusammenhang zwischen Siedlungsstruktur und
Mobilitätsverhalten. Ein neuer Blick auf den Mikrozensus. SVI-Veranstaltungsreihe, St.
Gallen, Folienpräsentation von Jonas Bubendorfer.
- Pflieger G., Ecoffey F. (2011)
The cost of urban sprawl and its potential redistributive effects: an empirical cost
assessment for water services in Lausanne (Switzerland), Environment and Planning A
43 850-865.
- Schalcher Hans-Rudolf, Boesch Hans-Jakob, Bertschy Kathrin, Sommer Heini, Matter
Dominik, Gerum Johanna, Jakob Martin (2011)
Was kostet das Bauwerk Schweiz in Zukunft und wer bezahlt dafür? Fokusstudie NFP
54.
- Siedentop Stefan, Koziol Matthias, Walther Jörg, Gutsche Jens-Martin (2006)
Siedlungsentwicklung und Infrastrukturfolgekosten - Bilanzierung und
Strategieentwicklung. Endbericht. BBR-Online-Publikation Nr 3/2006. Herausgegeben
vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn.
- Suissetec (2012)
Kalkulationsgrundlagen Werkleitungen Akkord, Ausgabe 2012.

SVGW (2009)

Empfehlung zur Finanzierung der Wasserversorgung.

SVGW (2015)

Statistische Erhebungen der Wasserversorgungen in der Schweiz (Betriebsjahr 2014).

VSA (2015)

Themenbericht 2015 zur Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung.

VSA / FES (1994)

Finanzierung der Abwasserentsorgung, Richtlinie über die Finanzierung auf Gemeinde- und Verbandsebene.

VSA / OKI (2011)

Kosten und Leistungen der Abwasserentsorgung. Datenerhebung 2010.

VSE (2016)

Marktmodell für die elektrische Energie – Schweiz. Grundsatzdokument zur Regelung der zentralen Aspekte der Organisation des Strommarktes Schweiz. Aarau.