

# **Unterhaltskosten des Schienenge- kehrs in der Schweiz**

**Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus einer Fallstudie für das EU-  
Forschungsprojekt GRACE**

im Auftrag der Europäischen Union und des Bundesamts für Verkehr

**Kurzbericht**

**29. September 2006**

# **Impressum**

## **Empfohlene Zitierweise**

Autor: Ecoplan  
Titel: Unterhaltskosten des Schienenverkehrs in der Schweiz  
Untertitel: Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus dem EU-Projekt GRACE  
Beitraggeber: Europäische Union und Bundesamt für Verkehr  
Ort: Bern  
Jahr: 2006

## **Projektteam Ecoplan**

Michael Marti  
René Neuenschwander

Der Bericht gibt die Auffassung der Autoren wieder, die nicht notwendigerweise mit derjenigen des Auftraggebers oder der Begleitorgane übereinstimmen muss.

Ecoplan  
Forschung und Beratung  
in Wirtschaft und Politik  
[www.ecoplan.ch](http://www.ecoplan.ch)  
Thunstrasse 22  
CH - 3005 Bern  
Tel +41 31 356 61 61  
Fax +41 31 356 61 60  
[bernd@ecoplan.ch](mailto:bernd@ecoplan.ch)  
Postfach  
CH - 6460 Altdorf  
Tel +41 41 870 90 60  
Fax +41 41 872 10 63  
[altdorf@ecoplan.ch](mailto:altdorf@ecoplan.ch)

## Inhaltsverzeichnis

<b>Das Wichtigste auf einer Seite.....</b>	<b>2</b>
<b>1      Ausgangslage.....</b>	<b>3</b>
1.1    Das EU-Forschungsprojekt GRACE .....	3
1.2    Struktur des vorliegenden Kurzberichts .....	3
<b>2      Hintergrund, Zielsetzung und Datenlage.....</b>	<b>4</b>
2.1    Hintergrund.....	4
2.2    Zielsetzung .....	5
2.3    Datenlage .....	5
<b>3      Ergebnisse im Überblick .....</b>	<b>7</b>
3.1    Modellspezifikation .....	7
3.2    Ergebnisse im Überblick: Wichtigste Kostentreiber identifiziert.....	7
3.3    Erhebliche Unterschiede zwischen Grenz- und Durchschnittskosten .....	8
3.4    Bedeutende räumliche Variation von Grenz- und Durchschnittskosten .....	9
<b>4      Einbettung der Ergebnisse im Kontext der schweizerischen Verkehrspolitik .....</b>	<b>11</b>
<b>5      Verbleibender Forschungsbedarf und weiteres Vorgehen.....</b>	<b>13</b>
5.1    Forschungsbedarf .....	13
5.2    EU-Nachfolgeprojekt CATRIN.....	13
5.3    Weiteres Vorgehen .....	15
5.3.1    Ausgangslage .....	15
5.3.2    Kofinanzierungs-Gesuche beim BAV und beim ASTRA.....	15
<b>6      Anhang A: Der verfügbare Datensatz im Überblick .....</b>	<b>16</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>19</b>

## Das Wichtigste auf einer Seite

Ecoplan hat im Rahmen des EU-Forschungsprojekts GRACE (Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation) die Fallstudie „Track Maintenance Costs in Switzerland“ erarbeitet. Ziel der Fallstudie ist es, erstmalig für die Schweiz die Unterhaltsgrenzkosten im schweizerischen Schienenverkehr zu schätzen. Damit sollen fundierte Grundlagen für die Festlegung differenzierter Trassenpreise und für die Zweckmässigkeitsbeurteilung von Schieneninfrastrukturprojekten bereitgestellt werden.

Die Fallstudie beruht auf einem grossen Satz von Daten, der aus mehreren Quellen der SBB zusammengestellt wurde. Die Datenbank ist differenziert nach 371 verschiedenen Streckenabschnitten und enthält für jeden Streckenabschnitt und für die Jahre 2003, 2004 und 2005 eine Vielzahl von Angaben zu den Unterhalts- und Erneuerungskosten, zur Infrastruktur und zur Verkehrsbelastung.

Auf dieser Datengrundlage lassen sich mit einem mehrstufigen statistischen Schätzverfahren sowohl die Kostentreiber im Eisenbahnunterhalt als auch die Unterhaltsgrenzkosten herleiten. Im Durchschnitt über das schweizerische Schienennetz ergeben sich so Unterhaltsgrenzkosten von 0.00068 CHF/Brkm (Bruttotonnenkm). Dieser Wert liegt deutlich unter dem bestehenden Unterhaltskostensatz von 0.0025 CHF/Brkm für den Trassenpreis. Wenn die Erneuerungskosten (im Sinne eines provisorischen Ergebnisses) mitberücksichtigt werden, erhöhen sich die Grenzkosten auf 0.00146 CHF/Brkm, was immer noch unter dem bestehenden Unterhaltskostensatz liegt.

Die geschätzten Unterhaltsgrenzkosten pro Brkm sind räumlich nicht konstant, sondern variieren je nach betrachtetem Streckenabschnitt in erheblichem Ausmass. Eine erste Analyse zeigt, dass die Unterhaltsgrenzkosten pro Brkm in Agglomerationen am höchsten sind. Im „Flachland“ (ohne Agglomerationen) sind sie deutlich tiefer als in den urbanen Gebieten, das gilt auch für das „Berggebiet“, welches nur unwesentlich höhere Unterhaltsgrenzkosten pro Brkm aufweist als das „Flachland“. Sehr hohe Unterhaltsgrenzkosten von über 0.01 CHF pro Brkm weisen typischerweise Streckenabschnitte auf, die einen hohen Bahnhofsanteil aufweisen oder vergleichsweise wenig befahren werden. Sehr tiefe Unterhaltsgrenzkosten ergeben sich dagegen bei Streckenabschnitten, die einen sehr grossen Tunnelanteil aufweisen.

Die vorliegende Fallstudie liefert erste Grundlagen für die Einführung eines „intelligenten Entgeltsystems“ für die Benützung der Schieneninfrastruktur wie es die Europäische Kommission fordert. Dazu gehören räumlich differenzierte und vermehrt am Verursacherprinzip orientierte Trassenpreise. Noch fehlen hierzu aber einige Mosaiksteinchen:

- die Erneuerungskosten sollten vertieft einbezogen werden;
- die Analyse sollte zwischen verschiedenen Zugstypen unterscheiden;
- die räumlichen Unterschiede müssen vertieft untersucht werden.

Es bietet sich an, diese Vertiefungsarbeiten ab 2007 im Rahmen des Nachfolgeprojekts zu GRACE – dem EU-Forschungsprojekt CATRIN (Cost Allocation of TRansport INfrastructure cost) – durchzuführen.

# 1 Ausgangslage

## 1.1 Das EU-Forschungsprojekt GRACE

Die Europäische Kommission hat in verschiedenen Dokumenten (z.B. im Weissbuch von 2001<sup>1</sup>) hervorgehoben, dass sich die Preise für die Benützung der Verkehrsinfrastruktur stärker an den Grenzkosten orientieren sollten. Die jüngere Diskussion hat gezeigt, dass es dabei nicht um die exakte Umsetzung der Preisregel „Preis = Grenzkosten“ gehen kann. Vielmehr spricht die Europäische Kommission heute von einer besseren und intelligenteren Infrastruktrentgelterhebung unter Einbezug der externen Kosten.<sup>2</sup> Die Preise sollen vermehrt am Verursacherprinzip ausgerichtet werden und die Knappheit der Infrastrukturkapazitäten berücksichtigen.

Vor diesem Hintergrund sind auf europäischer Ebene verschiedene Forschungsprojekte lanciert worden, in welchen Methoden zur Berechnung von Grenzkosten im Verkehr weiterentwickelt werden. Im Rahmen von Fallstudien werden Grenzkosten für die verschiedenen Verkehrsträger (Bahn, Strasse, Luftfahrt, Schifffahrt) geschätzt. Über 30 Fallstudien sind allein im Projekt EU-Forschungsprojekt UNITE durchgeführt worden. Das Projekt **GRACE** (Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation) baut auf dieser Forschung auf und füllt bestehende Lücken aus, indem – unter anderem – weitere Fallstudien zu den Grenzkosten des Verkehrs durchgeführt werden.

Für den **Verkehrsträger Schiene** sind in vier Ländern (England, Schweden, Ungarn und Schweiz) neue und/oder vertiefende Fallstudien vorgesehen. Daneben soll ein Überblick über den Stand der Diskussion und der bisher verfügbaren Ergebnisse zu den Grenzkostenschätzungen erarbeitet werden.

Ecoplan bearbeitet im Rahmen von GRACE mehrere Fallstudien. Die Fallstudie „Track Maintenance Costs in Switzerland“ wurde im September 2006 mit einem im wissenschaftlichen Stil gehaltenen, gut 20-seitigen englischen Bericht abgeschlossen.<sup>3</sup>

## 1.2 Struktur des vorliegenden Kurzberichts

Der vorliegende Kurzbericht fasst die wichtigsten Ergebnisse der Fallstudie Fallstudie „Track Maintenance Costs in Switzerland“ zusammen und ist wie folgt strukturiert:

- Darstellen von Hintergrund, Zielsetzung und Datenlage (Kap. 2);
- Zusammenfassen der wichtigsten Ergebnisse der Fallstudie (Kap. 3);

---

<sup>1</sup> Commission of the European Communities (2001), White Paper: European Transport Policy for 2010: Time to Decide.

<sup>2</sup> Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2006), Halbzeitbilanz zum Verkehrsweißbuch der Europäischen Kommission von 2001, S. 11 und die Ausführungen über „intelligente Entgeltsysteme“ in Kap. 6.3.

<sup>3</sup> Marti und Neuenschwander – Ecoplan (2006), Track Maintenance Costs in Switzerland.

- Interpretieren der Ergebnisse im Kontext der schweizerischen Verkehrspolitik (Kap. 4);
- Entwickeln von Vorschlägen zum weiteren Vorgehen – insbesondere im Zusammenhang mit dem GRACE-Nachfolgeprojekt CATRIN (Cost Allocation of TRansport INfrastructure cost), welches 2007 beginnt (Kap. 5);
- Der Anhang enthält eine Liste der verfügbaren Daten.

## 2 Hintergrund, Zielsetzung und Datenlage

### 2.1 Hintergrund

Gemäss Art. 9b, Paragraph 3 des Eisenbahngesetzes (SR 742.101) hat die konzessionierte Eisenbahnunternehmung Anspruch auf ein Entgelt für die Benützung ihrer Infrastruktur in Form von Trassenpreisen. Die Trassenpreise müssen nicht-diskriminierend sein. Sie können differenziert werden nach unterschiedlichen Kosten im Netz (z.B. in Abhängigkeit von Nachfrage, Topographie und Umweltkosten). Details zur Festlegung der Trassenpreise werden in Abschnitt 6 der Netzzugangsverordnung (SR 742.122) beschrieben. Die heutigen Trassenpreise lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Mindestpreis: Unterhalt ( $0.0025 \text{ CHF/ Brtkm}$ )<sup>4</sup>, Fahrdienst (0.4 CHF/Zugkm), Energie (SBB Tag: 0.0027 CHF/Brkm; BLS Tag: 0.0029 CHF/Brkm; in der Nacht wird dieser Satz mit 0.64 multipliziert), Knotenzuschläge (große Knoten: 5 CHF, kleine Knoten: 3 CHF).
- Deckungsbeitrag: Personenfernverkehr (4% vom Erlös), regionaler Personenverkehr (14% vom Erlös), Güterverkehr SBB (0.0052 CHF/Ntkm), Güterverkehr BLS (0.0035/Brkm).

Die für die Trassenpreise verwendeten Kostensätze werden auch als „Normgrenzkosten“ bezeichnet. Es ist kein direkter Bezug zu den tatsächlichen Grenzkosten vorhanden, insbesondere spielen weder die tatsächliche Achslast, die Qualität des Rollmaterials noch die Geschwindigkeit eine Rolle. Ebenso gibt es keine Knappheitspreise in Abhängigkeit der Streckenbelastung (mit entsprechenden Spitzenlastpreisen) und auch die Qualität der Trasse (Priorität im betrieblichen Ablauf) wird im Trassenpreis nicht widerspiegelt.

**Fazit:** Das schweizerische Trassenpreissystem orientiert sich nur beschränkt an den zu erwartenden Grenzkosten und setzt daher wenig Anreize für eine effizientere Nutzung der vorhandenen Infrastruktur.

<sup>4</sup> Beim kombinierten Güterverkehr betragen die Unterhaltskosten 0.0010 CHF/Brkm. Die Differenz wird vom Bundesamt für Verkehr subventioniert und ist eine der flankierenden Massnahmen zur Förderung der Verlagerung (insbesondere des alpenquerenden) Güterverkehrs auf die Schiene.

Abkürzungen: Brkm = Bruttotonnenkilometer, Ntkm = Nettotonnenkilometer.

## 2.2 Zielsetzung

Eine der Komponenten des Trassenpreises – die Unterhaltskosten – sollen in der vorliegenden Arbeit vertieft untersucht werden. Zum Verlauf der Unterhaltsgrenzkosten im schweizerischen Schienenverkehr bestehen bisher keine gesicherten Unterlagen. Zwar hat Ecoplan im Auftrag des Bundesamts für Verkehr (BAV) Unterhalts- und Erneuerungskostensätze für Zweckmässigkeitsbeurteilungen (ZMB) untersucht.<sup>5</sup> Der Schlussbericht zeigt, dass die in der ZMB der 2. Etappe der Bahn 2000 verwendeten Kostensätze deutlich zu hoch sind. Ebenso wurde aber klar, dass wichtige Fragen noch vertieft abgeklärt werden müssen. Besonders gross ist die Unsicherheit bezüglich des Verlaufs der Unterhaltsgrenzkosten.

Die Fallstudie „Track Maintenance Costs in Switzerland“ hat zum Ziel, die Unterhaltsgrenzkosten im schweizerischen Schienenverkehr mit fundierten wissenschaftlichen Methoden zu schätzen und so die bestehenden Wissenslücken zu verkleinern. Die Resultate einer solchen Schätzung sollen neue Grundlagen bereitstellen sowohl für die Festlegung differenzierter Trassenpreise als auch für Zweckmässigkeitsbeurteilungen resp. Kosten-Nutzen-Analysen von Schieneninfrastrukturprojekten.

## 2.3 Datenlage

Die grosse Herausforderung bestand darin, einen möglichst konsistenten und nach verschiedensten Variablen differenzierten Datensatz zusammenzustellen und damit die für ökonometrische Analysen benötigte umfangreiche Datenbank bereitzustellen zu können. Dank der sehr konstruktiven und kooperativen Zusammenarbeit mit den SBB ist es in einer rund 18 Monate dauernden Arbeit gelungen, eine solche Datenbank aufzubauen.<sup>6</sup>

In Anhang A wird der nun verfügbare Datensatz detailliert dargestellt. An dieser Stelle seien nur die wichtigsten Merkmale erwähnt. Der Datensatz basiert auf dem gesamten schweizerischen Schienennetz. Dieses kann in beinahe 500 Abschnitte (Kostenstellen) aufgeteilt werden. Die meisten dieser Abschnitte werden durch die SBB unterhalten, einige durch andere konzessionierte Eisenbahnunternehmen. Für jeden Abschnitt wurde ein Datensatz für die Jahre 2003, 2004 und 2005 zusammengestellt, der drei Arten von Daten umfasst:

- Daten zur Infrastruktur
- Verkehrsdaten
- Kostendaten

<sup>5</sup> Ecoplan (2004), Unterhaltskosten von Schienen- und Strassen-Infrastrukturprojekten.

<sup>6</sup> Auch im europäischen Vergleich dürfte es sich um einen der am meisten differenziertesten Datensätze handeln, der in konsistenter Form zur Verfügung steht. An dieser Stelle möchten wir insbesondere folgenden Herren der SBB für die umfangreichen Datenlieferungen und konstruktive Zusammenarbeit danken: Andreas Wingeier (Verkehrsdaten und eine Vielzahl weiterer Datengrundlagen), Marcel Rimer und Hans Suhner (Datenbank feste Anlagen), Rémy Aeberhard und Urs Küttel (Daten zu Unterhalts- und Erneuerungskosten).

Nicht alle Streckenabschnitte wurden in die Datenbank aufgenommen. Einige Abschnitte werden durch andere Länder (16 Abschnitte in Grenzgebieten, unterhalten durch DB, ÖBB, RFI oder SNCF) oder durch andere Eisenbahnunternehmen (58 Abschnitte) unterhalten. Bei 36 Abschnitten handelt es sich um Rangierbahnhöfe ohne weitere Angaben zu Verkehrs- oder Kostendaten. Und 18 Abschnitte wurden nicht berücksichtigt, weil sie zwischen 2003 und 2005 bedeutende Veränderungen erfahren haben oder gar erst 2005 eröffnet wurden. Es verbleibt eine Datenbank bestehend aus einer Vielzahl von Variablen für insgesamt 371 Abschnitte und drei Jahre (somit insgesamt 1'113 Datensätze). Die einzelnen Streckenabschnitte haben eine Länge zwischen 0.39 und 81.6 km.

Die **Infrastrukturdaten** basieren auf der Datenbank der festen Anlagen (DfA) und variieren je nach Streckenabschnitt. So ergeben sich unterschiedliche Anteile von Steigungen, Radien, Tunneln und Brücken. Dies gilt auch für Typen und Alter von Schwellen und Weichen, für die Anteile an Perronkanten und für die zugelassene maximale Geschwindigkeit. Diese und eine Vielzahl weiterer Infrastrukturdaten wurden für die einzelnen Streckenabschnitte zusammengestellt (vgl. auch Anhang A).

**Verkehrsdaten** basieren auf der SBB-Datenbank PANDA. Pro Streckenabschnitt wurden die durchschnittliche Anzahl Züge pro Tag, die Achslast und die Bruttotonnenkilometer (Brtkm) ermittelt, ebenso wie die Zugkm, die Achslastkilometer und die Brtkm pro Jahr.

**Kostendaten** wurden von der SBB in sehr differenzierter Form zur Verfügung gestellt. So enthalten die Kostendaten z.B. Angaben zu:

- Betriebs- und Schutzmassnahmen (Streckendienst, Cleaning, Schnee- und Eisräumung)
- Fahrbahn (differenziert nach Gleisen, Weichen, Bahnkörper, Entwässerungen, Bahnübergänge, Weichenheizungen)
- Forstdienst
- Ingenieurbau (differenziert nach Stützmauern, Tunnel, Schutzbauten, Durchlässe, Perron, etc.)
- Stellwerktechnik (z.B. verschiedene Arten von Stellwerken, Leittechnik, Zugüberwachung)
- Fahrstrom- und Kabelanlagen
- Bahnelekrotechnik

Innerhalb dieser verschiedenen Kostenkategorien wird unterschieden zwischen kurzfristigen Unterhaltskosten („Contracting A“), die jährlich regelmässig anfallen und unregelmässig anfallenden, längerfristigen Erhaltungskosten resp. Erneuerungskosten („Contracting B“).

### 3 Ergebnisse im Überblick

#### 3.1 Modellspezifikation

Die verwendete Modellspezifikation wird in Marti und Neuenschwander (2006) im Detail vorgestellt und diskutiert und soll an dieser Stelle nicht wiederholt werden. Grundsätzlich wird mit der ökonometrischen Schätzung untersucht, ob und in welchem Ausmass bei den jeweiligen Streckenabschnitten die Kostenvariablen abhängig sind von Infrastruktur- und Verkehrsdaten (sog. Rechthandvariablen). Hierzu haben wir drei unterschiedliche Modelltypen gerechnet, welche sich bei den berücksichtigten Kostenbestandteilen unterscheiden.

- In Modelltyp 1 werden die Unterhaltskosten (Contracting A) berücksichtigt.
- In Modelltyp 2 wird nur ein Teil dieser Unterhaltskosten (Betriebs- und Fahrbahnunterhalt) berücksichtigt.
- In Modelltyp 3 werden zusätzlich zu den Unterhaltskosten auch die Erneuerungskosten (Contracting B) als Kostenvariablen aufgenommen.

Als erklärende Variablen wird in allen drei Modellen eine möglichst aussagekräftige Kombination von Infrastrukturvariablen aufgenommen (u.a. Gleislänge, Länge und Anzahl verschiedener Weichtypen, Länge von Brücken, Tunnel, Perronkanten sowie Lärm- und Feuerschutzbauten, Angaben zu Radius und Steigungen, Alter von Gleisen und Schwellen, Schächte, Regionen). In Anlehnung an bestehende Forschungsarbeiten<sup>7</sup> verwenden wir bezüglich Netzbelastung die Bruttotonnen als Leitvariable.<sup>8</sup> Eine Unterteilung der Bruttotonnen nach verschiedenen Zugstypen wie Personenzüge (evtl. weiter unterteilt in Fernverkehrs- und Regionalverkehrszüge), Güterzüge und Dienstzüge könnte Gegenstand zukünftiger Forschungsarbeiten sein.

#### 3.2 Ergebnisse im Überblick: Wichtigste Kostentreiber identifiziert

Der Erklärungsgehalt der verschiedenen Schätzungen ist hoch.<sup>9</sup> Die wichtigsten Ergebnisse zum Einfluss der einzelnen erklärenden Variablen im Sinne von Kostentreibern lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die auf die Unterhaltskosten beschränkten Modelle (1) und (2) ergeben einen hochsignifikanten positiven Zusammenhang zwischen den Unterhaltskosten und der tatsächlichen Verkehrsbelastung gemessen in Bruttotonnen pro Jahr. Die Analyse zeigt, dass mit zunehmender Anzahl Züge die Unterhaltskosten statistisch signifikant steigen.
- Allerdings ist die Verkehrsbelastung nicht die einzige Variable, welche die Höhe der Unterhaltskosten beeinflusst. Ebenfalls ein signifikant positiver Zusammenhang besteht zwi-

<sup>7</sup> Johansson und Nilsson (2004), Tervonen und Idström (2004), Munduch et al. (2005) sowie Andersson (2006).

<sup>8</sup> Brtkm werden somit aufgeteilt in Bruttotonnen einerseits und Gleiskilometer andererseits.

<sup>9</sup> Angepasste R<sup>2</sup>-Werte liegen zwischen 0.61 and 0.84.

schen den Unterhaltskosten und Weichen- und Brückenmetern, den Niveauübergängen, engen Radien, der Länge der Perronkanten, starken Steigungen, den Lärm- und Brandschutzmassnahmen und dem Vorhandensein eines Bahnhofs. Auch die Anzahl Weichen und Durchgänge erweisen sich als signifikant positiv korreliert zu den Unterhaltskosten.

- Auf den ersten Blick überraschend ist der negative Zusammenhang bei der Variable Tunnelmeter, was bedeutet, dass mit einem zunehmenden Tunnelanteil die Unterhaltskosten sinken. Offensichtlich ist der zusätzliche Tunnel-bedingte Unterhalt weniger gewichtig als die im Vergleich zum Durchschnittsnetz tieferen Unterhaltskosten in Folge unterdurchschnittlicher Anteile oder gar Wegfalls anderer Unterhaltskostentreiber (keine Schneeräumung, fast keine Weichen, vergleichsweise weniger Steigungen und enge Radien, keine Perronkanten). Zum selben Ergebnis kommen Munduch et al. (2005) für das österreichische Eisenbahnnetz.
- Ebenfalls eher überraschend ist der negative (aber nicht signifikante) Zusammenhang bei der Variable „maximal zugelassene Höchstgeschwindigkeit“. Eine mögliche Erklärung ist, dass Höchstgeschwindigkeiten auf Netzteilen mit weniger engen Radien und weniger starken Steigungen (beide sind wichtige Unterhaltskostentreiber) realisiert werden.

### 3.3 Erhebliche Unterschiede zwischen Grenz- und Durchschnittskosten

Ein Schwerpunkt der Forschungsarbeit liegt auf der Herleitung von Grenz- und Durchschnittskosten des Unterhalts für das schweizerische Schienennetz. Das wissenschaftliche Vorgehen für deren Bestimmung ist wiederum in Marti und Neuenschwander (2006) ausführlich dargelegt. Wir beschränken uns an dieser Stelle auf die wichtigsten Ergebnisse. Die Grenz- und Durchschnittskosten des Unterhalts pro Brtkm sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

**Tabelle 3-1: Grenzkosten und Durchschnittskosten pro Brtkm, in CHF**

Schätzung	Modelltyp 1		Modelltyp 2		Modelltyp 3	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Grenzkosten	0.00067	0.00064	0.00057	0.00051	0.00145	0.00143
Durchschnittskosten	0.00333	0.00329	0.00200	0.00188	0.00547	0.00535
Kostendeckungsgrad	20.0%	19.5%	28.5%	27.0%	26.5%	26.7%

Der Kostendeckungsgrad entspricht dem Verhältnis von Grenzkosten zu Durchschnittskosten.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Grenzkosten des Unterhalts auf dem schweizerischen Schienennetz durchschnittlich 0.00067 CHF/Brkm betragen (Modelltyp 1, Schätzung 1). Das sind rund 20% der Durchschnittskosten von 0.00333 CHF/Brkm. Werden zusätzlich zu den Unterhaltskosten auch die Erneuerungskosten in die Betrachtung einbezogen, dann erhöhen sich die Grenzkosten auf 0.00145 CHF/Brkm, was knapp 27% der Durchschnittskosten von 0.00547 CHF/Brkm entspricht. Diese Ergebnisse liegen in derselben Größenordnung wie diejenigen für Österreich (Munduch et al., 2005) und Schweden (Andersson, 2006).

### 3.4 Bedeutende räumliche Variation von Grenz- und Durchschnittskosten

Je nach betrachtetem Streckenabschnitt weisen die Grenz- und Durchschnittskosten des Unterhalts deutliche Unterschiede auf. In Tabelle 3-2 sind die Grenz- und Durchschnittskosten nach drei verschiedenen Raumtypen aufgeführt:

- Flachland (ohne Agglomerationsgebiete)
- Berggebiete
- Agglomerationsgebiete

**Tabelle 3-2: Grenzkosten und Durchschnittskosten pro Brtkm im Flachland, im Berggebiet und in Agglomerationen, in CHF**

	Modelltyp 1 (Schätzung 1)			Modelltyp 3 (Schätzung 5)		
	Flachland	Berggebiet	Aggro	Flachland	Berggebiet	Aggro
Grenzkosten (GK)	0.00055	0.00058	0.00129	0.00120	0.00131	0.00273
Durchschnittskosten (DK)	0.00276	0.00289	0.00642	0.00452	0.00493	0.01062

In Agglomerationsgebieten sind die Grenz- und Durchschnittskosten des Eisenbahnunterhalts fast doppelt so hoch wie im schweizerischen Durchschnitt. Demgegenüber liegen die Grenz- und Durchschnittskosten im „Flachland“ (ohne Einbezug der Agglomerationsgebiete) und im „Berggebiet“ leicht unter dem schweizerischen Durchschnitt. Das Berggebiet weist zwar einen überdurchschnittlichen Anteil an Steigungen und engen Radien auf, was die Grenzkosten erhöht, ebenso ist aber der Anteil an Tunnelstrecken überdurchschnittlich hoch, was zu tendenziell tieferen Grenzkosten führt.<sup>10</sup>

Interessant ist auch die Analyse derjenigen Streckenabschnitte mit den höchsten resp. mit den tiefsten Grenz- und Durchschnittskosten des Eisenbahnunterhalts. Die entsprechenden Werte sind in Tabelle 3-3 aufgeführt.

Tabelle 3-3 zeigt, dass die Streckenabschnitte mit den höchsten Grenz- und Durchschnittskosten entweder Abschnitte mit einer vergleichsweise tiefen Zugsdichte oder aber eigentliche Bahnhofsabschnitte sind. Demgegenüber handelt es sich bei den Streckenabschnitten mit den tiefsten Grenz- und Durchschnittskosten praktisch durchgehend um Streckenabschnitte mit einem sehr hohen Tunnelanteil. Die jährlich wiederkehrenden Grenzkosten des Unterhalts fallen auf Tunnelabschnitten offensichtlich rund vier- bis fünfmal geringer aus als im Durchschnitt des schweizerischen Eisenbahnnetzes.

<sup>10</sup> Würden die Grenzkosten nicht pro Brtkm sondern pro Zugkm geschätzt, würde sich allerdings das Bild ändern. Da auf den wichtigen Nord-Süd-Korridoren überdurchschnittlich schwere Züge verkehren, fallen die Unterhalts-grenzkosten pro Zugkm im „Berggebiet“ spürbar höher aus als im „Flachland“.

**Tabelle 3-3: Abschnitte mit den höchsten respektive tiefsten Grenzkosten und Durchschnittskosten pro Brtkm, in CHF**

<b>Abschnitte mit höchsten GK</b>	Modelltyp 1 (Schätzung 1)		Modelltyp 3 (Schätzung 5)	
	<b>GK</b>	<b>DK</b>	<b>GK</b>	<b>DK</b>
(Hinwil) - (Bäretswil)	0.03532	0.09898	0.05759	0.27727
Lausanne-Sébeillon	0.01937	0.10463	0.03596	0.11076
(Le Locle) - Le Locle-Col-des-Roches (Frontière)	0.01749	0.17459	0.03232	0.31599
Genève-La Praille	0.01581	0.21812	0.02520	0.26257
Chiasso	0.01559	0.05361	0.02923	0.06197
Brig	0.01138	0.03240	0.02755	0.05947
Altstätten SG	0.01068	0.01762	0.01862	0.01762 *
(Solothurn) – Arch	0.01066	0.02425	0.01980	0.02425 *
Vallorbe	0.00992	0.04269	0.01791	0.05799
Koblenz	0.00970	0.03201	0.01925	0.03561
<b>Abschnitte mit tiefsten GK</b>				
(Göschenen) - (Airolo)	0.00012	0.00067	0.00026	0.00099
(Däniken) - (Aarau)	0.00012	0.00083	0.00028	0.00216
(Löchligut) - Grauholz - Aespli	0.00013	0.00040	0.00031	0.00063
(Olten) - Born - (Rothrist)	0.00014	0.00113	0.00028	0.00639
(Lenzburg) - (Rupperswil)	0.00015	0.00068	0.00037	0.00092
(Zürich Lochergut) - Nidelbad	0.00017	0.00073	0.00039	0.00088
(Brig) - (Iselle)	0.00017	0.00172	0.00039	0.00337
Adlertunnel	0.00017	0.00138	0.00043	0.00228
(Zürich Flughafen) - (Dorfnest)	0.00017	0.00098	0.00039	0.00143
(Nyon) - (Coppet)	0.00017	0.00150	0.00036	0.00335

Legende: GK Grenzkosten

DK Durchschnittskosten

\* Streckenabschnitte, für welche im betrachteten Zeitraum (2003 – 2005) keine Erneuerungen durchgeführt wurden. Deshalb fallen die Durchschnittskosten gleich hoch aus wie bei Modelltyp 1 (für diese Strecken müssten die erwarteten Durchschnittskosten aus der Schätzgleichung hergeleitet werden. Mit einer Verbreiterung der Datenbasis auf zusätzliche Jahre könnte die ökonometrische Schätzung für Modelltyp 3 noch deutlich verbessert werden).

In Tabelle 3-3 sind die tatsächlichen Durchschnittskosten des Eisenbahnunterhalts für die einzelnen Streckenabschnitte eingefügt und nicht (wie bei den Grenzkosten der Fall) die Durchschnittskosten, welche sich aufgrund der ökonometrischen Schätzgleichung ergeben. Dabei zeigt sich, dass das Verhältnis zwischen Grenzkosten und Durchschnittskosten je nach Streckenabschnitt spürbar unterschiedlich ausfällt. So entsprechen bei Modelltyp 1 die Grenzkosten im Durchschnitt über alle Streckenabschnitte 20% der Durchschnittskosten. Tabelle 3-3 zeigt nun, dass dieses Verhältnis in einem Bereich zwischen 10% und 40% schwankt (wobei einige Ausreisser auch ausserhalb dieser Bandbreite zu erwarten sind).

## 4 Einbettung der Ergebnisse im Kontext der schweizerischen Verkehrspolitik

- (1) Mit der vorliegenden Forschungsarbeit werden die Unterhaltsgrenzkosten im schweizerischen Schienenverkehr geschätzt. Die Schätzung beruht auf einem grossen Satz von Daten, der aus mehreren Quellen der SBB zusammengestellt wurde. Die Datenbank ist differenziert nach 371 verschiedenen Streckenabschnitten und enthält für jeden Streckenabschnitt und für die Jahre 2003, 2004 und 2005 eine Vielzahl von Angaben zu den Unterhalts- und Erneuerungskosten, zur Infrastruktur und zur Verkehrsbelastung.
- (2) Damit stehen genügend Beobachtungen zur Verfügung, um – erstmalig für die Schweiz – die Unterhaltskosten im schweizerischen Schienenverkehr fundiert zu untersuchen, einerseits hinsichtlich der wichtigsten Kostentreiber, andererseits hinsichtlich der Unterhaltsgrenzkosten. Die Ergebnisse stellen eine wichtige Grundlage für mehr an Grenzkosten ausgerichtete Trassenpreise in der Schweiz dar.
- (3) Für die Analyse der Erneuerungskosten ist dagegen eine Erweiterung der Datenbank um zusätzliche Jahre notwendig, da die Erneuerungskosten unregelmässig auftreten und mit einer Zeitspanne von drei Jahren nur teilweise abgedeckt werden. In der vorliegenden Arbeit wurden erste, als provisorisch zu beurteilende Analysen der Erneuerungskosten durchgeführt. Diese Analysen zeigen, dass die Erneuerungsgrenzkosten nicht vernachlässigt werden können und somit in den Trassenpreis einfließen müssten. Obwohl Erneuerungskosten in zeitlich grösseren Abständen als Unterhaltskosten anfallen, ist ihre Höhe auch abhängig von der Belastung des Schienennetzes mit Personen- und Güterzügen. Die Erneuerungsgrenzkosten fallen etwa gleich hoch aus wie die Unterhaltsgrenzkosten.
- (4) Was bedeuten die vorliegenden Ergebnisse für die schweizerische Trassenpreispolitik?
  - Unsere Schätzungen zeigen, dass die Unterhaltsgrenzkosten von durchschnittlich 0.00068 CHF/Brkm signifikant unter dem bestehenden Unterhaltskostensatz von 0.0025 CHF/Brkm für den Trassenpreis liegen.
  - Wenn die Erneuerungskosten (im Sinne eines provisorischen Ergebnisses) mitberücksichtigt werden, erhöhen sich die Grenzkosten auf 0.00146 CHF/Brkm, was immer noch unter dem bestehenden Unterhaltskostensatz liegt.
  - Etwas anders sieht es beim kombinierten Güterverkehr aus: Mit den bestehenden flankierenden Massnahmen wird der Unterhaltskostensatz für den kombinierten Schienengüterverkehr auf 0.0010 CHF/Brkm gesenkt. Dieser Satz kann aufgrund der obigen Ergebnisse als gute Annäherung an die Unterhaltsgrenzkosten interpretiert werden. Unter Einbezug der Erneuerungskosten liegt er sogar spürbar unter den zu erwartenden Grenzkosten.
- (5) Die Schätzungen zeigen, dass die Unterhaltsdurchschnittskosten im Mittel des schweizerischen Schienennetzes mit 0.0033 CHF/Brkm rund fünfmal höher sind als die Unterhaltsgrenzkosten. Würde sich der Trassenpreis an den Unterhaltsgrenzkosten ausrichten,

ten, würde dieser somit massiv unter an Durchschnittskosten orientierten Trassenpreisen zu liegen kommen. Die finanzpolitische Konsequenz einer solchen Preissetzung wären höhere Beiträge der öffentlichen Hand an die Unterhaltausgaben der Schieneninfrastrukturbetreiber.

(6) Die bestehende Trassenpreiskomponente für die Unterhaltskosten liegt zwar mehr als dreimal über den Unterhaltsgrenzkosten. Sie entspricht trotzdem nur 75% der Unterhaltsdurchschnittskosten – ist also bei weitem nicht kostendeckend. Werden die Erneuerungskosten miteinbezogen, sinkt der Kostendeckungsgrad sogar auf 46%.

(7) Die geschätzten Unterhaltsgrenzkosten pro Brtkm sind räumlich nicht konstant, sondern variieren je nach betrachtetem Streckenabschnitt in erheblichem Ausmass. Eine erste Analyse zeigt, dass die Unterhaltsgrenzkosten pro Brtkm in Agglomerationen am höchsten sind. Im „Flachland“ (ohne Agglomerationen) sind sie deutlich tiefer als in den urbanen Gebieten, das gilt auch für das „Berggebiet“, welches nur unwesentlich höhere Unterhaltsgrenzkosten pro Brtkm aufweist als das „Flachland“. In Agglomerationen sind die Unterhaltsgrenzkosten pro Brtkm beinahe doppelt so hoch wie im schweizerischen Durchschnitt.

Dieses Ergebnis kommt aus verschiedenen Gründen zustande, für die eine vertiefte Be trachtung noch aussteht. Grundsätzlich kann darauf hingewiesen werden, dass in Agglomerationen wichtige Kostentreiber (Anteile an Perronkanten-Metern, Weichen, Bruttotonnen) überdurchschnittliche Anteile aufweisen. Insbesondere scheint aber eine zunehmende Anzahl Züge (widerspiegelt in der erklärenden Variable Bruttotonnen) die Grenzkosten im Fall der Agglomerationen nicht zu senken, sondern zu erhöhen. Dieses Ergebnis lässt sich folgendermassen erklären: Mit zunehmend dichterem Fahrplan werden die Zeifenster für Unterhalts- und Erneuerungsarbeiten immer kürzer, was mit dem Einsatz von zunehmend teureren Unterhalts- und Erneuerungstechnologien kompensiert werden muss.

(8) Sehr hohe Unterhaltsgrenzkosten von über 0.01 CHF pro Brtkm weisen typischerweise Streckenabschnitte auf, die entweder einen hohen Bahnhofsanteil aufweisen oder vergleichsweise wenig befahren werden. Unter Einbezug der Erneuerungskosten steigen auf solchen Abschnitten die Grenzkosten auf gegen 0.02 CHF pro Brtkm (einige Streckenabschnitte liegen sogar noch deutlich darüber). Dieses Ergebnis könnte als Grundlage für grenzkostenorientierte Knotenzuschläge verwendet werden. Ob sich dabei eine Differenzierung der Unterhalts- und Erneuerungsgrenzkosten nach grossen und kleinen Knoten ergeben würde, müsste vertieft untersucht werden.

(9) Sehr tiefe Unterhaltsgrenzkosten von 0.0001 bis 0.0002 CHF pro Brtkm ergeben sich typischerweise bei Streckenabschnitten, die einen sehr grossen Tunnelanteil aufweisen. Längere Tunnelabschnitte weisen offensichtlich einen kostengünstigeren Unterhaltsbedarf auf als Freilandabschnitte.

## 5 Verbleibender Forschungsbedarf und weiteres Vorgehen

### 5.1 Forschungsbedarf

#### a) Verbesserter Einbezug der Erneuerungskosten

Mit dem vorliegenden Projekt können erstmals die Unterhaltsgrenzkosten pro Brtkm auf dem schweizerischen Schienennetz quantifiziert werden. Daraus lässt sich ableiten, welche zusätzlichen Unterhaltskosten ein Zug verursacht. Diese als Grenzkosten bezeichneten Zusatzkosten sind um ein Mehrfaches tiefer als durchschnittlichen Unterhaltskosten im schweizerischen Schienenverkehr.

Zu den Erneuerungskosten kann noch dagegen noch keine vergleichbare Aussage gemacht werden, weil die Erneuerungskosten erst provisorisch und nur zusammen mit den Unterhaltskosten in die Berechnungen aufgenommen wurden. Eine zuverlässige Abschätzung der Erneuerungsgrenzkosten erfordert eine zeitlich breiter abgestützte Datenbasis. Die SBB sind daran, die bestehenden Datengrundlagen zu verbessern, so dass eine Ausdehnung der bestehenden Datenbank um zusätzliche Jahre (mindestens das Jahr 2006) in Kürze möglich sein dürfte. In jedem Fall zeigen die bisherigen Berechnungen, dass die Grenzkosten der Erneuerung pro Brtkm eine ähnliche Größenordnung aufweisen dürften wie diejenigen für die Unterhaltskosten.

#### b) Differenzierte Analyse nach Zugstypen

Die bisherige Analyse ist nicht nach unterschiedlichen Zugstypen differenziert worden. In einem nächsten Schritt sollte zumindest zwischen Personen-, Güter- und Dienstzügen unterschieden werden. Wünschenswert wäre eine weitere Differenzierung nach unterschiedlichen Typen von Personenzügen (z.B. EC/IC-Züge, Schnellzüge, Regionalzüge). Mit einer solchen Unterteilung könnten nach Personen- und Güterverkehr differenzierte Grenzkostensätze ermittelt werden.

#### c) Vertiefte Analyse der räumlichen Unterschiede

Tabelle 3-2 und Tabelle 3-3 zeigen, dass sich die Grenzkostensätze je nach betrachtetem Streckenabschnitt massiv unterscheiden können. Die Analyse der räumlichen Unterschiede konnte im Rahmen dieses Projekts aber erst angestossen werden und muss noch vertieft werden. Mit einer solchen Analyse könnten die Grundlagen für räumlich differenzierte Transportpreise gelegt werden.

### 5.2 EU-Nachfolgeprojekt CATRIN

Die EU-Kommission lanciert ein sechsten Rahmenforschungsprogramm ein Nachfolgeprojekt zu GRACE mit dem Akronym CATRIN (Cost Allocation of TRansport INfrastructure cost). In

CATRIN haben sich zehn Forschungsinstitutionen aus neun europäischen Ländern zu einem gemeinsamen Projekt vereint. Das Projekt soll im ersten Quartal 2007 beginnen und dauert insgesamt zwei Jahre. Ziel von CATRIN ist es

- vertiefte Grundlagen für die Umsetzung einer konsistenten europäischen Preispolitik im Verkehr bereitzustellen;
- Empfehlungen zur Allokation der Infrastrukturstarkosten und zu den Preisen der Infrastrukturbenutzung für alle Verkehrsträger zu formulieren und zwar
  - aus kurz- und aus langfristiger Sicht
  - für unterschiedliche Organisationsformen (Trennung/Nicht-Trennung von Infrastruktur und Betrieb, private Infrastrukturbetreiber, PPP-Lösungen);
- die Grenzkosten-Preisregel unter Berücksichtigung der Frage der Kostendeckung zu diskutieren;
- das bestehende empirische Wissen zu den Grenzkosten der Infrastrukturbenutzung (insbesondere Unterhalts- und Erneuerungskosten) weiter zu vertiefen.

Die Schweiz ist im Projekt CATRIN durch Ecoplan vertreten. Der schweizerische Schwerpunkt liegt wie schon im Projekt GRACE bei der Analyse der Kosten des Schienenverkehrs (Workpackage 5). Ziel ist es, die im vorliegenden Bericht zusammengefassten Ergebnisse der Forschungsarbeiten im Rahmen von GRACE weiter zu vertiefen. Dabei sollen insbesondere die in den Kapiteln 5.1, b) und c) aufgeführten Vertiefungsarbeiten durchgeführt werden. Daneben wird Ecoplan auch in den Umsetzungsarbeiten zu den Ergebnissen von CATRIN vertreten sein. Das betrifft Workpackage 8, welches sich direkt an die Infrastruktur-Manager richtet und in je drei Komitees (Komitee 1: Strasseninfrastruktur, Komitee 2: Schieneninfrastruktur, Komitee 3: Infrastruktur für Luftverkehr und Wasserverkehr) hochrangige Vertreter von Infrastruktur-Managern zusammenführen soll. In diesen Komitees werden die Ergebnisse von CATRIN diskutiert und praxisnahe Ansätze zur Umsetzung moderner Prinzipien der Infrastrukturbepreisung hergeleitet.

Exkurs zu CATRIN: Ebenfalls vertreten ist Ecoplan in Workpackage 9 betreffend Schlussfolgerungen und Empfehlungen, insbesondere zu folgenden Punkten:

- Prinzipien der Kostenallokation für alle Verkehrsträger
- Prinzipien der Bepreisung der Strasseninfrastruktur und Empfehlungen zur Klassifizierung von Strassenfahrzeugen für deren Umsetzung
- Prinzipien der Bepreisung der Schieneninfrastruktur und Empfehlungen zur Klassifizierung von Loks und Wagen für deren Umsetzung
- Prinzipien der Bepreisung für die Benützung der Infrastruktur des Luftverkehrs
- Prinzipien zur Deckung der Infrastrukturstarkosten
- Hinterfragung der „four power rule“ bei der verursachergerechten Zuweisung von Strassenschäden an verschiedene Strassenfahrzeugkategorien

**Fazit:** Das mit knapp 1.5 Mio. € dotierte Projekt CATRIN wird einen wichtigen Input für die Gestaltung der zukünftigen europäischen Verkehrsinfrastrukturpolitik liefern. Das gilt insbesondere für die Festlegung „intelligenter Entgeltsysteme“ für die Verkehrsinfrastrukturbenutzung, wie sie die Kommission der Europäischen Gemeinschaften angekündigt hat.

## 5.3 Weiteres Vorgehen

### 5.3.1 Ausgangslage

CATRIN stellt die logische und sinnvolle Fortsetzung der bisherigen Arbeiten zu den Unterhalts- und Erneuerungskosten im schweizerischen Schienenverkehr dar. Das Projekt CATRIN wird (wie es schon bei GRACE der Fall war) von der EU-Kommission zu 50% finanziert. Damit Ecoplan seine vorgesehene Funktion wahrnehmen kann, ist es deshalb wiederum auf eine Kofinanzierung angewiesen. Das gilt natürlich insbesondere für den Schwerpunkt der weiteren Arbeiten, nämlich die Fortsetzung der Fallstudie über die Unterhalts- und Erneuerungskosten im schweizerischen Schienenverkehr wie sie in den Kapiteln 5.1, b) und c) dargelegt worden ist.

### 5.3.2 Kofinanzierungs-Gesuche beim BAV und beim ASTRA

Das Gesamtbudget von Ecoplan für Workpackage 5, der Vertiefungsstudie zu den Unterhalts- und Erneuerungskosten im schweizerischen Schienenverkehr beläuft sich auf 102'200 CHF, wobei wie immer bei EU-Forschungsprojekten der anzuwendende durchschnittliche Stundensatz mit 130 CHF pro Stunde relativ tief ist. Vom Gesamtbudget finanziert die EU-Kommission 50%.

Wir werden beim BAV ein Kofinanzierungsgesuch zu dieser Fallstudie im Umfang von 47'350 CHF stellen. Ein solcher Kofinanzierungsbeitrag hätte für das BAV vielfältige Vorteile:

- Sicherstellung, dass die geplanten Vertiefungsarbeiten im vorgesehenen Umfang durchgeführt werden können;
- Zusammenfassung der Ergebnisse in einem eigenen Bericht in deutscher Sprache (im Gegensatz zur englischen Berichterstattung gegenüber der EU) und speziell auf den schweizerischen Hintergrund ausgerichtet;
- Möglichkeit zur Einflussnahme und Steuerung bei den Auswertungsarbeiten (Abklärung spezifischer Fragen);
- Möglichkeit der Einsitznahme im Komitee der Schienen-Infrastrukturmanager (abzustimmen mit allfälliger Einsitznahme eines SBB-Vertreters);
- Vorzeitiger und uneingeschränkter Zugang zu den Ergebnissen des Gesamtprojekts.

Das Budget für die übrigen Arbeiten von Ecoplan für das Projekt CATRIN liegt bei 50'000 CHF. Ecoplan wird für diese Arbeiten eine Kofinanzierung beim Bundesamt für Strassen beantragen. Dadurch könnte sich für das ASTRA die Möglichkeit eröffnen, eine eigene Vertretung in das Komitee der Strassen-Infrastrukturmanager zu delegieren.

## 6 Anhang A: Der verfügbare Datensatz im Überblick

**Tabelle 6-1: Verfügbare Infrastrukturdaten pro Streckenabschnitt**

Datenbeschreibung	Einheit	Quelle SBB	Verfügbar Ecoplan	Verfügbarkeit nach Jahren			
				2002	2003	2004	2005
<b>Räumliche Daten</b>							
Nummer der Teilstrecke (Kostenstelle)	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Abkürzung der Kostenstelle	Name	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Name der Kostenstelle	Name	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Bezeichnung der Kilometrierungslinie	Name	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Bezeichnung der IB-Linie	Name	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Nummer des Gebietes des Linien-Knotenmanagers I-AM	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Name des Gebietes des Linien-Knotenmanagers I-AM	Name	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Nummer der AM-Filiale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Abkürzung der AM-Filiale	Name	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Name der AM-Filiale	Name	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Nummer der VS-Niederlassung	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Abkürzung der VS-Niederlassung	Name	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Name der VS-Niederlassung	Name	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
<b>Gleisorientierte Daten</b>							
Streckenlänge	km	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Streckenklaasse	Name	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl Gleise in den Kategorien HG1, NG1, NG2, NG3	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Gleislänge für HG1 und NG1	km	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Gleislänge für NG2 und NG3	km	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Weichenmeter in HG1 und NG1	m	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Weichenmeter in NG2 und NG3	m	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl Niveauübergänge	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Forstflächen in Aren	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Stützmauern über 2 m Höhe in Quadratmetern	m <sup>2</sup>	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Stützmauern unter 2 m Höhe in Quadratmetern	m <sup>2</sup>	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Streckenlänge in Tunnels	m	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Lärm- und Brandschutzstrecken in Laufmeter	m	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Brücken (Streckenlänge in m)	m	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl Durchlässe	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Perronkanten in Metern	m	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Perrondach in Quadratmetern	m <sup>2</sup>	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Kurven mit Radius unter 150m	m	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Kurven mit Radius zwischen 150 und 249m	m	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Kurven mit Radius zwischen 250 und 499m	m	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Kurven mit Radius zwischen 500 und 999m	m	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Abschnitte mit Steigung über 10 Promille	m	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Abschnitte mit Steigung über 20 Promille	m	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anteil der Gleise jünger als 10 Jahre	%	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anteil der Gleise zwischen 10 und 25 Jahre	%	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anteil der Gleise älter als 25 Jahre	%	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anteil der Weichen jünger als 10 Jahre	%	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anteil der Weichen zwischen 10 und 25 Jahre	%	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anteil der Weichen älter als 25 Jahre	%	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anteil der Schwellen jünger als 10 Jahre	%	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anteil der Schwellen zwischen 10 und 25 Jahre	%	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anteil der Schwellen älter als 25 Jahre	%	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Holzschwellen	km	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Stahlschwellen	km	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Betonschwellen Monoblock	km	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Betonschwellen Zweiblock	km	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Zugelassene Höchstgeschwindigkeit	km/h	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.

**Tabelle 6-1: Verfügbare Infrastrukturdaten pro Streckenabschnitt (Fortsetzung)**

Datenbeschreibung	Einheit	Quelle SBB	Verfügbar Ecoplan	Verfügbarkeit nach Jahren			
				2002	2003	2004	2005
<b>Stellwerk mechanisch</b>							
Anzahl Vorsignale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl Hauptsignale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl kombinierte Signale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl FES Signale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl Weichenantriebe	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl Barrierenantriebe	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl Zwergsignale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl GES-Signale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl Rangiersignale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
<b>Stellwerktyp Gleisbild</b>							
Anzahl Vorsignale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl Hauptsignale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl kombinierte Signale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl FES Signale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl Weichenantriebe	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl Barrierenantriebe	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl Zwergsignale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl GES-Signale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl Rangiersignale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
<b>Stellwerktyp elektromechanisch</b>							
Anzahl Vorsignale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl Hauptsignale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl kombinierte Signale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl FES Signale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl Weichenantriebe	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl Barrierenantriebe	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl Zwergsignale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl GES-Signale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl Rangiersignale	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
<b>Weitere technische Daten</b>							
Weichenheizung (elektrisch oder Gas)	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Anzahl	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Schächte	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Kabelverteiler	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
ST-Schächte	Zahl	Datenbank der festen Anlagen	✓	unv.	unv.	unv.	unv.

Legende: unv. = unverändert.

Auf Empfehlung der SBB wurden für den gesamten Zeitraum von 2002 bis 2006 die aktuellsten verfügbaren Infrastrukturdaten verwendet. Gemäss SBB sind die älteren Datensätze weniger zuverlässig.

**Tabelle 6-2: Verfügbare Daten zum Verkehrsaufkommen pro Streckenabschnitt**

Datenbeschreibung	Einheit	Quelle SBB	Verfügbarkeit nach Jahren				
			Ecoplan	2002	2003	2004	2005
Nummer der Teilstrecke (Kostenstelle)	Zahl	Panda	✓	unv.	unv.	unv.	unv.
Mittlere tägliche Anzahl Reisezüge pro Gleis	Züge/Tag/Gleis	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Mittlere tägliche Anzahl Güterzüge pro Gleis	Züge/Tag/Gleis	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Mittlere tägliche Anzahl Dienstzüge pro Gleis	Züge/Tag/Gleis	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Mittlere tägliche Anzahl Züge pro Gleis	Züge/Tag/Gleis	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Mittlere tägliche Anzahl Fahrzeugachsen pro Gleis, Reisezüge	Achsen/Tag/Gleis	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Mittlere tägliche Anzahl Fahrzeugachsen pro Gleis, Güterzüge	Achsen/Tag/Gleis	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Mittlere tägliche Anzahl Fahrzeugachsen pro Gleis, Dienstzüge	Achsen/Tag/Gleis	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Mittlere tägliche Anzahl Fahrzeugachsen pro Gleis, alle Züge	Achsen/Tag/Gleis	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Mittlere tägliche Belastung der Gleise durch Reisezüge	1000 GBRT/Tag/Gleis	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Mittlere tägliche Belastung der Gleise durch Güterzüge	1000 GBRT/Tag/Gleis	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Mittlere tägliche Belastung der Gleise durch Dienstzüge	1000 GBRT/Tag/Gleis	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Mittlere tägliche Belastung der Gleise durch alle Züge	1000 GBRT/Tag/Gleis	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Pro Jahr geleistete Zugs*Km: Reisezüge	Züge*Km	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Pro Jahr geleistete Zugs*Km: Güterzüge	Züge*Km	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Pro Jahr geleistete Zugs*Km: Dienstzüge	Züge*Km	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Pro Jahr geleistete Zugs*Km: alle Züge	Züge*Km	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Pro Jahr geleistete Achs*Km: Reisezüge (Triebfahrzeuge und Wagen)	Achsen*Km	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Pro Jahr geleistete Achs*Km: Güterzüge (Triebfahrzeuge und Wagen)	Achsen*Km	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Pro Jahr geleistete Achs*Km: Dienstzüge (Triebfahrzeuge und Wagen)	Achsen*Km	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Pro Jahr geleistete Achs*Km: alle Züge (Triebfahrzeuge und Wagen)	Achsen*Km	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Jahresarbeit (Produkt aus ZugsKm mal Bruttogewicht) der Reisezüge	1000 GBRT*Km	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Jahresarbeit (Produkt aus ZugsKm mal Bruttogewicht) der Güterzüge	1000 GBRT*Km	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Jahresarbeit (Produkt aus ZugsKm mal Bruttogewicht) der Dienstzüge	1000 GBRT*Km	Panda	✓	✓	✓	✓	✓
Jahresarbeit (Produkt aus ZugsKm mal Bruttogewicht) aller Züge	1000 GBRT*Km	Panda	✓	✓	✓	✓	✓

**Tabelle 6-3: Verfügbare Daten zu Unterhalts- und Erneuerungskosten pro Streckenabschnitt**

Datenbeschreibung	Einheit	Quelle SBB	Verfügbarkeit nach Jahren				
			Ecoplan	2002	2003	2004	2005
Total der Unterhaltskosten pro Jahr (für Teilstrecke): Contracting A und B	CHF	Finanzdaten	✓	X	✓	✓	✓
Betriebs- und Schutzmassnahmen (Streckendienst, Cleaning, Schnee- und Eisräumung)	CHF	Finanzdaten	✓	X	✓	✓	✓
Fahrbahn (differenziert nach Gleisen, Weichen, Bahnübergänge etc.)	CHF	Finanzdaten	✓	X	✓	✓	✓
Forstdienst	CHF	Finanzdaten	✓	X	✓	✓	✓
Ingenieurbau (differenziert nach Stützmauern, Tunnel, Schutzbauten, Perron, etc.)	CHF	Finanzdaten	✓	X	✓	✓	✓
Stellwerktechnik (z.B. verschiedene Arten von Stellwerken, Leittechnik, Zugüberwachung)	CHF	Finanzdaten	✓	X	✓	✓	✓
Fahrstrom- und Kabelanlagen	CHF	Finanzdaten	✓	X	✓	✓	✓
Bahnelektronik	CHF	Finanzdaten	✓	X	✓	✓	✓

**Kommentar zu den Kostendaten:**

In Tabelle 6-3 werden nur die Oberkategorien der verfügbaren Kostendaten aufgeführt. Die Kostendaten stehen uns aber in viel grösserer Differenziertheit zur Verfügung:

- Zu jeder Oberkategorie gibt es eine Vielzahl von Kostenunterkategorien, die nach angefallenen Unterhaltskosten (Contracting A) und Erneuerungskosten (Contracting B) differenziert werden können.
- Innerhalb des Contracting A wird zudem weiter unterschieden zwischen Überwachung, Instandhaltung/Wartung und Störungsbehebung.

## Literaturverzeichnis

Andersson Mats (2006)

Marginal cost pricing of railway infrastructure operation, maintenance and renewal in Sweden – from policy to practice via existing data. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.*

Commission of the European Communities (2001)

White Paper: European Transport Policy for 2010: Time to Decide, COM (2001)370, Brussels.

Ecoplan (2004)

Unterhaltskosten von Schienen- und Strassen-Infrastrukturprojekten. Überprüfung der Kostensätze für Zweckmässigkeitsbeurteilungen. Bern.

Johansson P., Nilsson, J.-E. (2004)

An economic analysis of track maintenance costs. *Transport Policy*, Vol. 11, 2004, pp. 277-286.

Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2006)

Halbzeitbilanz zum Verkehrsweißbuch der Europäischen Kommission von 2001. KOM(2006) 314, Brüssel.

Marti Michael, Neuenschwander René – Ecoplan (2006)

Track Maintenance Costs in Switzerland. Case study 1.2E des Forschungsprojekts GRACE, FP6-006222, Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation. Bern.

Munduch G., Pfister A., Sögner L. und Stiassny A. (2005)

An Econometric Analysis of Maintenance Costs as a Basis for Infrastructure Charges for the Austrian Railway System. Mimeo. Vienna.

Tervonen J., Idström T. (2004)

Marginal Rail Infrastructure Costs in Finland 1997 – 2002. Finnish Rail Administration, Publication A 6/2004, Helsinki, Finland.