



Bundesamt für Energie
Office fédéral de l'énergie
Ufficio federale dell'energia
Uffizi federal d'energia

Stellungnahme:

**Swissmetro und Energieverbrauch -
Analyse der Konzessionsunterlagen
(ZMP light)**

Ausgearbeitet durch:

Dr. Ruedi Meier / BFE

August 1998

1.	Zusammenfassung	2
2.	Fragestellungen gemäss Auftrag	4
3.	Die Angaben im Konzessionsgesuch zum Energieverbrauch	4
4.	Weitere Angaben in den Cahiers	5
5.	Tabelle: Der spezifische Energieverbrauch	6
6.	Anmerkungen / Auswertungen	7
7.	Fazit	10

1. Zusammenfassung

Die folgenden Betrachtungen beziehen sich vor allem auf den direkten Energieverbrauch in der Betriebsphase. Sekundärwirkungen, die sich aufgrund von veränderten Siedlungsstrukturen oder Freizeitverhalten ergeben können, werden nicht berücksichtigt.

- Die getroffenen Annahmen für die Beurteilung des Konzessionsgesuches Swissmetro sind zu einem recht erheblichen Teil nachvollziehbar und plausibel. Es ist aber erwünscht, dass gewisse Bereiche noch genauer abgeklärt bzw. transparenter dargestellt werden.
- Die Angaben zum Energieverbrauch der Swissmetro sind nur teilweise nachvollziehbar. Es kann davon ausgegangen werden, dass sowohl die indirekte (graue) Energie wie auch die direkte Energie (Betriebsenergie) ausgewiesen werden. Es liegen weitere Berichte vor, die im Moment aber nicht greifbar sind.
Die Anteile für die einzelnen Betriebsteile werden transparent dargestellt. Hingegen wird nicht klar, aufgrund von welchen Annahmen diese Effekte zustande kommen (Frage an AG 1). Zudem sind die installierten Leistungen inklusive Betriebszeiten und das Gewicht der Fahrzeuge (30 t) transparenter darzustellen. Mit grosser Wahrscheinlichkeit werden zu optimistische Annahmen zur Fahrzeugmasse getroffen. Bei höheren Fahrzeugmasse nimmt der Energieverbrauch ungefähr linear zu.
- Der spezifische Energieverbrauch der Swissmetro dürfte eher zu tief eingeschätzt werden, da einerseits mit einer hohen Besetzung (40% bzw. 60 %) gerechnet wird. Andererseits wird eine Aufgabe der SBB-IC-Züge auf der Strecke Genf-Lausanne angenommen, was weder sehr realistisch ist, noch verkehrspolitisch Sinn macht, wenn etwa an die zusätzlichen Umsteigebeziehungen (z.B. Flughafen Genf- Sion auf den Swissmetro-Haltestellen Genf und Lausanne) mit einem recht hohen Zeitverlust gedacht wird.
- Die Vergleichswerte für die IC-Züge liegen – auch unter Berücksichtigung – des zukünftigen technischen Effizienzpotentials eher an der unteren Grenze. Es zeigt sich aber, dass auch unter sehr optimistischen Bedingungen für die Swissmetro keine

Energiegewinne und nur relativ geringe Zeitgewinne auf der Pilotstrecke – unter realistischer Beachtung der effektiven Umsteigebeziehungen – im Vergleich zu den IC-Zügen möglich sind (Vergleiche dazu Meinung der AG 1). Es ist zu erwarten dass sich auf der Strecke Genf-Lausanne zwei Verkehrsmittel einen harten Konkurrenzkampf liefern werden und ihr spezifischer Energieverbrauch zunimmt, wenn nicht wesentlich Mehrverkehr generiert werden kann. Dies würde allerdings den Gesamtenergieverbrauch anheben.

- Die Substitution des Autoverkehrs wird als gering angenommen. Immerhin wird das Effizienzpotential durch eine Umlagerung vom PW auf die Swissmetro grundsätzlich als hoch eingeschätzt (Reduktion des Energieverbrauchs um zwei Drittel). Dies dürfte aber eine Überschätzung darstellen, wenn die möglichen Effizienzsteigerungen des PW beachtet werden und die Anfahrtswege der PW zu den Swissmetrostationen einbezogen werden.
In jedem Fall ist das Hochrechnen des Energieverbrauches auf die reine Fahrzeit der Swissmetro wenig realistisch. Vielmehr sind die effektiven Fahrzeiten von Tür zu Tür der Kunden als sinnvolle Vergleichsbasis beizuziehen.
- Der induzierte Mehrverkehr mit einem zusätzlichen Energieverbrauch wird nur grob abgeschätzt. Mehr Angaben zu diesem Bereich sind erwünscht. Mit einiger Wahrscheinlichkeit findet eine Unterschätzung des induzierten Verkehrs statt.
- Ein Vergleich mit dem Flugverkehr auf der Strecke Genf-Lausanne macht wenig Sinn. Grundsätzlich würde er deutlich zugunsten der Swissmetro ausfallen.
- Mit dem Bau der Swissmetro auf der Strecke Genf-Lausanne dürfte insgesamt eher ein zusätzlicher Energieverbrauch entstehen.
Bei der Beurteilung dieses Resultates muss die beschränkte Optik unterstrichen werden: Es wird ein grundsätzlich zukunftsfähiges Verkehrsmittel auf einer Distanz betrachtet, die zu kurz ist, um die potentiellen Vorteile sichtbar zu machen. Die Ergebnisse dürften bei einer mitteleuropäischen Betrachtung wesentlich anders ausfallen, wenn effektiv Flugverkehr und Autoverkehr substituiert werden. Dies erfordert eine Ausweitung des Betrachtungsperimeters und gleichzeitig die Diskussion von flankierenden Massnahmen, um eine effektive Verkehrsumlagerung zu erreichen.

2. Fragestellungen gemäss Auftrag

Wie ist der Energieverbrauch der geplanten Swissmetro im Vergleich zu anderen zukunftssträchtigen Verkehrsmitteln (TGV, Transrapid, ICE, Kurzstreckenflugzeug, modernster PW) einzuordnen? Stimmen die im Konzessionsgesuch gemachten diesbezüglichen Angaben? Werden die Betriebsenergien für die Swissmetro und möglicher Alternativen aufgrund der gleichen Energieszenarien beurteilt?

Wird die Energiemenge für die Anfahrt zur Swissmetro in angemessener Form berücksichtigt?

Wird der Abzieheffekt der Swissmetro auf den Energiebedarf der SBB und allenfalls für den Autoverkehr beurteilt? Gibt es einen entsprechenden Minderverkehr mit einer entsprechenden Verbrauchsabsenkung oder sind gar entgegenläufige Wirkungen zu erwarten?

Wie teilt sich der gesamte Energiebedarf einer solchen Anlage auf (Fahrenergie, Vakuumerzeugung, Graue Energie)?

3. Die Angaben im Konzessionsgesuch zum Energieverbrauch

- Der Energieverbrauch der Swissmetro ist mit anderen Systemen des öffentlichen Verkehrs vergleichbar; allerdings bei viel höheren Reisegeschwindigkeiten (Konzessionsgesuch, S. 18)
- Pro Swissmetro-Passagier beträgt der Energieverbrauch einen Drittel eines Autopassagiers und einen Fünftel eines Flugpassagiers (Konzessionsgesuch, S. 18)
- Die Verlagerung der Verkehrslast bewirkt eine bedeutende Einsparung an Energie (Konzessionsgesuch, S. 18).

Die Aussagen werden im Konzessionsgesuch nicht direkt belegt.

4. Weitere Angaben in den Cahiers

Im Cahier 7 (Rapport d'impact sur l'environnement) finden sich verschiedene Angaben zum direkten Energieverbrauch wie auch zur grauen Energie (indirekter Verbrauch). Eine Zusammenstellung wird in Tabelle 1 vorgenommen.

5. Tabelle: Der spezifische Energieverbrauch

Transportmittel	Besetzungs-Grad	Graue Energie - Indirekt MJ/Pkm	Betrieb MJ/Pkm	Total MJ/Pkm	Bemerkungen
Swissmetro	30 %	1.12	0.58	1.7 (neu)	Besetzungsgrad von 30% wird im Konzessionsgesuch nicht gerechnet Annahmen: 5'260'893 Passagiere pro Jahr Energie total bei 60 km: 102 MJ/Fzkm ¹
	40%	0.85	0.43	1.28 (1.2)	Der gesamte spezifische Energieverbrauch von 1.28 (errechnet) entspricht in etwa dem Wert gemäss Tabelle 6-8, Cahier 7, S. 45 (Wert in Klammer: 1.2 MJ/Pkm) Die Betriebsenergie lässt sich aufgrund Tabelle 6-5 Cahier 7, S. 42 berechnen Die graue Energie wird rechnerisch ermittelt (0.85 MJ/Pkm)
	60%	0.5	0.3	0.85 (0.8)	Bemerkungen dito 40% Besetzung
IC-SBB mixte	31%	(1; GVF, S.11)	(0.2 GVF, S.11)	0.8 (1.2/0.96 Potential)	0.8 MJ/Pkm entspricht dem Wert gemäss Tabelle 6-8, Cahier 7, S.45 1.2 MJ/Pkm bzw.0.96 MJ/Pkm (beide Werte in Klammer) gemäss GVF-Bericht 1/97, S. 11 1.2 MJ/Pkm entspricht dem heutigen Mittel, 0.96 MJ/Pkm dem Potential (-20% Reduktion)
IC-UCPTE	31%			1.1	Eher tiefer Wert gemäss GVF-Bericht 1/97
ICE	55%			1.3	Wert gemäss Tabelle 6-8, Cahier 7, S. 45, Wert entspricht Angaben GVF-Bericht für Deutschland
Auto	34%	1.2 (GVF)	1.8 (GVF) 0.9 (Potential)	3 (3.05/2.1 GVF/GV F-Potential)	3 MJ/Pkm gemäss Tabelle 6-8, Cahier 7, S. 45 Belegung und Gesamtverbrauch sind mit GVF-Bericht 1/97, S. 11, praktisch identisch (3.05 MJ/Pkm) Im Prinzip kann bis ca. 2020 von einer Halbierung der Betriebsenergie ausgegangen werden (0.9 statt 1.8 MJ/Pkm): total 2.1 MJ/Pkm.
Kurzstreckenjet, Avion	47%	(1, gemäss GVF-Bericht 1/97, S. 11) .		4.7 (4.6/4.1-3.7)	Die Werte Cahier 7 und GVF sind praktisch identisch (4.7 MJ/Pkm bzw. 4.6 MJ/Pkm). Für das Jahr 2015 wird allerdings von einer Reduktion von 10-20% ausgegangen (GVF-Bericht S. 50)
Tram	?	2.5	0.3	2.8	Gemäss GVF-Bericht, S. 11
Regionalverkehr	17%	2.5	0.3	2.8	Gemäss GVF-Bericht, S. 11

Quellen: Vergleiche dazu Spalte „Bemerkungen „

In der Tabelle werden die Angaben gemäss Cahier 7, S. 41 ff. und dem GVF-Bericht 1/1997 zusammengefasst.

¹ Vergleiche dazu Tabelle 6-7, Cahier 7, S. 43: Diese Tabelle wird als Gesamtenergieverbrauch interpretiert, das heisst graue Energie (indirekte Energie) und Betriebsenergie. Dabei muss diese Aussage aber hinterfragt werden. Die Strecke Genf-Lausanne wird mit 60 km angenommen.

6. Anmerkungen / Auswertung

A) Spezifischer Gesamtenergieverbrauch pro Personenkilometer (MJ/Pkm)

In der Darstellung wird davon ausgegangen, dass es sich bei den Werten des Konzessionsgesuches von 1.2 MJ/Pkm bzw. 0.8 MJ/Pkm um den gesamten spezifischen Energieverbrauch (graue Energie – indirekt und Betriebsenergie) für einen Swissmetro-Personenkilometer (Pkm) handelt. Aufgrund der vorliegenden Unterlagen kann dies nicht mit absoluter Sicherheit gesagt werden. Der Punkt ist noch genau zu klären. U.a. ist der Bericht ESI Reihe Nr. 3/97 – ETH 1.0022/1.8000/a) beizuziehen. Im Moment ist dieser Bericht nicht verfügbar.

B) Tiefer Wert für graue Energie

Die graue Energie (indirekte Energie) alleine wird in den Unterlagen zum Konzessionsgesuch nicht direkt ausgewiesen. Sie kann anhand der Gesamtenergie Minus Betriebsenergie errechnet werden.

Mit 0.5 MJ/Pkm - bei einer Auslastung von 60% - ist sie gegenüber dem IC-SBB-Wert von 1 MJ/Pkm einiges tiefer. Dies ist einigermaßen erstaunlich. So geht der GVF-Bericht 1/1997, S. 48, davon aus, dass der Bau von Tunnels im Vergleich zu offenen Strecken 3.3 mal energieintensiver ist. Im Prinzip kann die Differenz nur mit dem geringeren Durchmesser der Swissmetro-Tunnels und energieeffizienteren Bauverfahren erklärt werden. Es ist angezeigt zu fragen, wie die Differenz um einen Faktor 3 zustande kommt.

C) Praktisch identischer Gesamtenergieverbrauch für Swissmetro und IC-Züge

Der IC-SBB-Wert für den Gesamtverbrauch gemäss Konzessionsgesuch von 0.8 MJ/Pkm ist eher tief. Gemäss GVF-Bericht 1/1997 beträgt er 1.2 MJ/Pkm. Wird ein Reduktionspotential von 20% berücksichtigt, so erreicht der Wert 0.96 MJ/Pkm. Er liegt leicht höher als der Swissmetro-Wert bei 60% Auslastung (Angabe Cahier 7: 0.8 MJ/Pkm, berechnet 0.85 MJ/Pkm).

Bei einer realistischeren Auslastung der Swissmetro von 40% (vergleiche dazu unten) liegt der Swissmetro-Gesamtverbrauch leicht höher. Bei einer Auslastung der Swissmetro von 30% liegt der SBB-Gesamtverbrauch recht deutlich tiefer.

Als weitere offene Frage verbleiben die – natürlich sinnvollen - tiefen Fahrzeuggewicht von 30 bzw. 50 Tonnen (inklusive Passagiere). Für den Transrapid werden 50 Tonnen Leergewicht angenommen.

Im Rahmen eines Zwischenberichtes des BAV (Projekt Swissmetro – technische Reifeprüfung, Bundesamt für Verkehr, Reg.Nr. 603, 4. Juni 1998) wird festgehalten, dass der Transrapid bei einer Länge von 51 Meter ein Leergewicht von 90 Tonnen aufweist. Für die Swissmetro werden bei einer Länge von 82 Meter ein Leergewicht von 30 Tonnen angenommen. Diese tiefe Leermasse scheint trotz modernster Technologien äusserst optimistisch. Trifft die Aussage aber trotzdem zu, würde der Energieverbrauch aller Voraussicht nach tiefer liegen, als beim Transrapid (nimmt ungefähr linear mit dem Gewicht zu. Ein tieferer Energieverbrauch reduziert auch die Verlustleistung im Bereich des Antriebes

und damit die auch die Probleme bei der Wärmeabfuhr. (BAV, a.a.O., S.6).

D) Hoher Besetzungsgrad und hohe Passagierzahlen als sensitive Grössen für spezifischen Energieverbrauch

Der vergleichbare Swissmetro-Gesamtverbrauch mit einer IC-SBB-Komposition ergibt sich – neben den Annahmen über die graue Energie – aufgrund des hohen Besetzungsgrades von 60% bzw. 40% sowie der hohen Passagierzahlen der Swissmetro. Diese sensitiven Annahmen müssen detailliert diskutiert werden.

D1) Eher überschätzte Besetzungsgrade (Auslastungsgrade)

Einerseits wird die Annahme eines hohen Besetzungsgrades mit einem dichten Fahrplan (alle 6 Minuten, ev. sogar alle 4 Minuten pro Stunde) erklärt. Dies ist allerdings nicht unbedingt plausibel. In den Spitzenzeiten ist wohl ein hoher Besetzungsgrad zu erreichen; in den Zwischen- und Randstunden dürfte er aber - wie bei anderen Verkehrsmitteln - stark absinken.

Mit einem Besetzungsgrad von 40% dürfte man auf der sichereren Seite liegen. Mit 60% wird vermutlich mit einem zu hohen Wert gerechnet. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Besetzungsgrad nur bei 30% liegt.

In jedem Fall sind die Energiewerte einer Swissmetro und eines IC-Zuges vergleichbar. Der aufgeführte Wert im Cahier 7, Seite 45 (0.8 MJ/Pkm), dürfte gemäss GVF-Bericht (0.96 MJ/pkm) – auch unter der Berücksichtigung zukünftiger Effizienzpotentiale – eher an der unteren Grenze liegen. Es zeigt sich, dass bei einem Besetzungsgrad der Swissmetro von 40% der IC-SBB einen Vorteil von ca. 20% pro Pkm aufweist.

Unter Berücksichtigung des UCPTE-Mixes sind die Werte praktisch identisch. Hingegen liegt ein leichter Vorteil der Swissmetro bei einem Besetzungsgrad von 60% vor. Unter der Annahme des UCPTE-Mixes bei der SBB beträgt der Vorteil rund 20%. Bei einer Auslastung von 40% der Swissmetro liegen wiederum praktisch identische Werte vor.

D2) Übernahme des SBB-IC-Verkehrs durch die Swissmetro?

Andererseits gehen die Berechnungen von einer Aufgabe des IC-SBB auf der Strecke Genf-Lausanne aus. So würden rund 80% des Verkehrs (insgesamt ca. 30'000 Passagiere pro Tag) von den SBB geholt, 14% Autoverkehr und 6% induzierter Verkehr (Cahier 7, S.40).

Als Argument wird auf den Zeitvorteil der Swissmetro gegenüber dem IC-SBB verwiesen. So stehen 12 Minuten reine Fahrzeit (Swissmetro) 34 Minuten (SBB – Stand 1998) gegenüber. Inklusiv durchschnittliche Wartezeiten von 30 Minuten ergeben sich - gemäss Unterlagen - für einen Intercity Zeiten von 64 Minuten. Bei der Swissmetro sind es in der Hauptzeit nur 15 Minuten (12 Minuten Fahrzeit, 3 Minuten Wartezeit, vergleiche dazu Cahier 4, Exploitation, S. 4).

Dieser Vergleich ist nicht unproblematisch, da die Mehrheit der Personen sich nach den Fahrzeiten richten (können) und sich damit die „Wartezeiten“ eher als fiktiv erweisen. In der Regel kann ein IC direkt und ohne Wartezeiten erreicht werden. Hingegen ist der Zugang zur Swissmetro nur über einen ca. 60 Meter tiefen Lift (Schacht) zu erreichen. Die Umsteige- bzw. Einsteigezeiten von je ca. 110 Sekunden

(vergleiche dazu Cahier-4, S. 9) dürften eher optimistisch sein. Vor allem in Stosszeiten widersprechen sie allen Erfahrungen wie sie etwa bei Bahnhöfen oder Bergbahnen gemacht werden können. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Zu- und Abgangszeiten zur Swissmetro inklusive Wartezeiten erheblich höher liegen und insgesamt zwischen 6 bis über 10 Minuten betragen können. Damit verringern sich die effektiven Fahrzeiten ab Erreichen des Bahnhofes ganz erheblich. Der Vorteil der Swissmetro reduziert sich bei etwa 10 Minuten zusätzlicher Ein-, Umsteigezeit (Ein-Ausstieg) auf ca. 10 Minuten oder etwa 30% (34 Minuten SBB-Fahrzeit versus 14 Minuten Swissmetrofahrzeit plus ca. 10 Minuten Ein-Aussteigezeit, die als Fahrzeit zu rechnen ist).

Werden der Fahrkomfort und allfällige Probleme mit dem Gepäck (nur 20% sollen Gepäck haben) berücksichtigt, so relativieren sich die Vorteile bei einer direkten Fahrt Genf-Lausanne weiter. Bei einer Fahrt vom Genfer Flughafen nach beispielsweise Sion werden die Zeitvorteile minim. Unter Beachtung des zusätzlichen zweimaligen Umsteigens auf die Swissmetro, dürften sich die Vorteile in einen Nachteil wenden. Somit dürfte es auch aus verkehrspolitischer Sicht kaum sinnvoll sein, die Intercityzüge der SBB ganz aufzugeben. Damit dürfte die Auslastung der Swissmetro eher bei 15'000 als bei 30'000 Passagieren pro Tag liegen. Aus dieser Sicht ist somit eher mit dem Wert von 1.7 MJ/Pkm (Auslastung 30%) zu rechnen. Die höheren Reisegeschwindigkeiten der Swissmetro sind grundsätzlich nicht anzuzweifeln, sie kommen aber erst über Distanzen von weit über 100 Kilometer zum Tragen. Ein reiner Fahrzeitenvergleich ist wenig sinnvoll. Ebenfalls ist das Hochrechnen des Energieverbrauches auf die Swissmetrozeit kaum zweckmässig. Letztlich ist die gesamte Zeit für einen Mobilitätsvorgang eines Kunden von Tür zu Tür entscheidend. Unter diesem Blickwinkel ist auch der Energieverbrauch zu schätzen.

E) Effizienzgewinn durch Umlagerung der PW?

Der Energieverbrauch der Swissmetro soll gegenüber dem Auto um zwei Drittel höher liegen. Diese Aussage ist richtig, wenn bei der Swissmetro von einer Besetzung von 50% ausgegangen wird (ca. 1 MJ/Pkm) und der Energieverbrauch eines PW 3 MJ/Pkm beträgt. Die Annahmen sind aber in zweierlei Hinsicht eher problematisch.

E1) Keine Beachtung der möglichen Effizienzgewinne der PW

Unter Punkt 4 (oben) wurde gezeigt, dass der spezifische Gesamtverbrauchswert für die Swissmetro eher bei 1.7 MJ/Pkm anzunehmen ist (das heisst für die Konzessionsstrecke Genf-Lausanne). Der PW-Wert von 3 MJ/Pkm bezieht sich auf den heutigen Fahrzeugbestand (ca. 9 Liter pro 100 km). Wird von einer Absenkung der Betriebsenergie beim PW von ca. 50 % ausgegangen, so ist mit einem Durchschnittswert von 2.1 MJ/Pkm (indirekter und direkter Verbrauch) zu rechnen. Damit verringert sich der Unterschied zwischen Energieverbrauch Swissmetro versus PW recht entscheidend. Energieeffiziente Fahrzeuge, wie z.B. der in Japan bereits im Verkauf stehende Toyota Prius, werden 2010 jedoch Tatsache sein.

E2) Beachtung der Anfahrtswege

Dabei sind die notwendigen Anfahrtswege für einen Umsteiger vom PW auf die Swissmetro noch nicht berücksichtigt. Wird ein durchschnittlicher An- und Abfahrtsweg von 15 Kilometer dazugeschlagen, so wendet sich das Blatt zugunsten des direkten PW-Weges:

- Swissmetro 60 km à 1.7 MJ/Pkm	102 MJ/Pkm
- Swissmetro 60 km à 1.7 MJ/Pkm+ 15 km à 2.1 MJ/Pkm Auto	137.5 MJ/Pkm
- Genf-Lausanne Auto 60 km à 2.1 MJ/Pkm	126 MJ/Pkm

Bei einer Zufahrt per Auto müssen zusätzliche P+R-Abstellplätze erstellt werden, die mit einem recht hohen Aufwand an grauer Energie verbunden sind. Die Bilanz würde sich nochmals verschlechtern.

Die Bilanz verbessert sich auch nicht, wenn die Zu- und Abfahrten mit dem Tram oder dem Regionalverkehr gemacht werden, da ihr spezifischer Energieverbrauch in der Grössenordnung eines PW liegt (vergleiche dazu GVF-Daten in Tabelle 1).

Mit grosser Wahrscheinlichkeit kann mit der Swissmetro durch das beschränkte Umsteigen vom Auto auf die Swissmetro auf der Strecke Genf-Lausanne kaum ein energetischer Vorteil herausgeholt werden. Unter ceteris-paribus-Bedingungen, der Annahme einer relativ realistischen Auslastung der Swissmetro, der Berücksichtigung der Anfahrtswege und der Effizienzsteigerung der Fahrzeuge kann aus dem Blickwinkel der Energie bezüglich PW kaum ein Vorteil herausgeholt werden.

F) Eher zu tiefe Verkehrsinduktion

Die Verkehrsinduktion wird mit rund 6 Prozent eingesetzt. Damit entsteht ein gewisser Mehrverbrauch an Energie. Über das Ausmass liegen keine gesicherten Daten vor. Bei den Angaben scheint es sich um Grobschätzungen zu handeln, die kaum nachvollzogen werden können. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass im Umfeld der Bahnhöfe und bei guter Erreichbarkeit mit dem öffentlichen Verkehr der induzierte Verkehr um einiges höher anfallen dürfte.

Im Rahmen einer Gesamtenergiebilanz müssen ebenfalls die Zu- und Abfahrten – vor allem mit dem Regionalverkehr (Zug, Tram) – einbezogen werden. In den Unterlagen wird ein Wachstum des Regionalverkehrs von 50% angenommen. Es ist erwünscht, dass aufgrund von Plausibilitätsüberlegungen und Analogieschlüssen der induzierte Verkehr genauer geschätzt wird.

G) Eher hoch angesetzte Energiekosten

Die Energiekosten für den Swissmetro-Betrieb werden mit 12 Millionen Franken ausgewiesen (vergleiche dazu: Cahier 9, Economie; S. 7). Bei einem Verbrauch 183'000'000 MJ pro Jahr (Cahier 7, S.42) oder 50'833'333 kWh ergibt dies einen Energiepreis von 23.6 Rp/kWh. Dieser Preis dürfte eher an der oberen Grenze liegen. Ausgehend von einem schweizerischen Durchschnittspreis von ca. 16 Rp/kWh sind erhebliche reale Preissteigerungen eingeschlossen. Dies können Preissteigerungen aufgrund der Marktentwicklung oder aufgrund von Lenkungsabgaben sein. Beispielsweise könnte eine Lenkungsabgabe von 0.6 Rp/kWh problemlos verkräftet werden.

7. Fazit

Aus energetischer Sicht entsteht durch die Swissmetrostrecke Genf-Lausanne kein sichtbarer Energienutzen / Energieeinsparung. Weder die Substitution der IC-SBB-Züge noch des PW-Verkehrs dürfte mit einem Minderverbrauch verbunden sein. Dabei werden für die IC-Züge eher tiefe Gesamtverbrauchswerte angenommen, die aber von der Swissmetro auch unter den optimistischen Bedingungen kaum untertroffen werden (Aufgabe IC-Züge). Für die PW ist der Gesamtverbrauch eher zu hoch eingeschätzt worden (u.a. keine Beachtung der Effizienzpotentiale und der Zu- und Wegfahrten). Das Gewicht der Swissmetro-Fahrzeuge wird vermutlich deutlich unterschätzt. Bei einem höheren Gewicht steigt der Energieverbrauch ungefähr linear an und der Energieverbrauch für die Wärmeabfuhr nimmt ebenfalls zu. Der Mehrverkehr wird nur am Rande behandelt und er wird eher unterschätzt. Ein Vergleich mit dem Flugverkehr ist für die Strecke Genf-Lausanne nicht sinnvoll. Ohnehin sollte das Projekt Swissmetro zumindest auf nationaler Ebene beurteilt werden und flankierende Massnahmen müssten berücksichtigt werden.