

**JAHRESBERICHT 2000**

Über die Arbeiten gemäss Vertrags-Nr. 60945

Titel des Projekts:  
**Perspektiven des Energieverbrauchs im Verkehr**

**Zusammenfassung der Arbeiten im Jahre 2000**

Die Arbeiten im Jahre 2000 umfassten drei Themen:

- A. Aktualisierung des sog. Grundszenarios
- B. Ex-Post-Analyse des Energieverbrauchs im Verkehr 1999 sowie  
Einschätzung der Entwicklung im Jahr 2000
- C. Modellaktualisierung Teil Schienenverkehr

Dauer des Projekts:

Beitragsempfänger      Infras Bern  
(Institution, Büro):

Berichtersteller:

Adresse:                      Mühlemattstrasse 45  
                                     3007 Bern

Telefon:                      031 370 19 19  
E-Mail:                        bern@infras.ch

Fax:                            031 370 19 10

# **Perspektiven des Energieverbrauchs im Verkehr (Proj. Nr. 60945) [INFRAS, Bern]**

## **Zusammenfassung der Arbeiten im Jahre 2000**

Die Arbeiten im Jahre 2000 umfassten drei Themen:

- A. Aktualisierung des sog. Grundszenarios
- B. Ex-Post-Analyse des Energieverbrauchs im Verkehr 1999 sowie Einschätzung der Entwicklung im Jahr 2000
- C. Modellaktualisierung Teil Schienenverkehr

## **A Aktualisierung des sog. Grundszenarios**

### **A1 Fragestellung**

Mit Blick auf die Diskussionen um die Energieabgaben wurde das Grundszenario der Energieperspektiven aktualisiert. Im wesentlichen ging es darum, das frühere sog. Szenario IIa („beabsichtigte Massnahmen“) zu aktualisieren. Die Arbeiten sind in einem Arbeitsbericht dokumentiert (INFRAS 2000a).

### **A2 Änderungen von Rahmenbedingungen und Vorgaben**

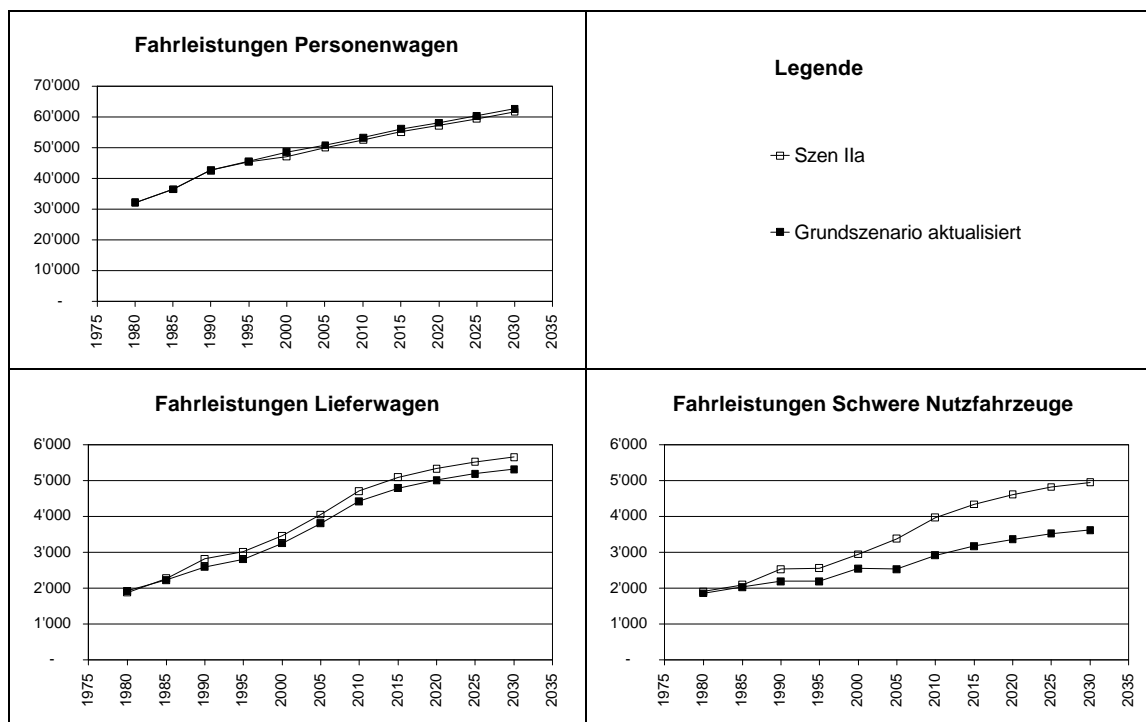
Folgende Änderungen werden berücksichtigt:

- Verkehrsmengengerüst Strassenverkehr:  
Keine wesentlichen Änderungen beim PW-Verkehr (Personenwagen), hingegen Anpassung der Verkehrsmengengerüste bei den schweren Nutzfahrzeugen (SNF) aufgrund der inzwischen beschlossenen Einführung der LSVA (leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe)
- Verkehrsmengengerüst Schienenverkehr:  
Anpassungen der Personenverkehrsentwicklung, da die früheren Annahmen aus heutiger Sicht als sehr optimistische Einschätzung beurteilt werden.  
Anpassungen der Güterverkehrsentwicklung in der Folge der LSVA und der Ablösung der 28t-Limite durch die 40t-Limite.
- Verkehrsmengengerüst Flugverkehr:  
Berücksichtigung der Entwicklung 1990-1998, mit Extrapolation bis 2000. Für das künftige Wachstum ab 2000 wird das relative Wachstum gemäss bisherigen Perspektiven übernommen.

- Zuordnung des Treibstoffverbrauches im Flugverkehr:  
Neben der Zuordnung des Treibstoffverbrauches gemäss Territorialprinzip wird neu auch eine Zuordnung gemäss den IPCC-Richtlinien vorgenommen.
- Energetisch relevante Annahmen (spezifischer Energieverbrauch):
  - Für den spezifischen Energieverbrauch der neu in Verkehr gesetzten PW wird neu für den Zeitraum 1998 bis 2012 eine Abnahme um 1.5% /a unterstellt (jeweils gegenüber dem Verbrauch der Neuwagen im Vorjahr), anschliessend minus 1%/a. Dies mit Bezug auf die Vereinbarung EU/ACEA von 1998 und in Abweichung zur früheren Annahme, welche von der VAT (Verordnung über die Absenkung des spezifischen Treibstoffverbrauchs) ausging und eine Absenkung um je -3% während 5 Jahren ab 1996 unterstellte (also total -15% bis 2001).
  - Für die LKW wird (abgesehen von der veränderten Zusammensetzung der Gewichtsklassen in der Folge der LSVA/40-t-Einführung keine Veränderung unterstellt; d.h. es wird davon ausgegangen, dass die (kürzlich beschlossene) Einführung der Abgasnormen keinen relevanten Einfluss auf den Treibstoffverbrauch hat.
- Preisannahmen:  
Verzicht auf eine Sonderfinanzierung NEAT (den sog. „NEAT-Zehner“), d.h. es wird keine zweckgebundene Erhöhung des Treibstoffzolls um 10 Rp. mehr unterstellt, da neu das Finanzierungspaket FINOEV (gemäss Volksabstimmung vom 29. Nov. 1998) gilt.
- Absatz vs. Verbrauch im Strassenverkehr:  
Berücksichtigung einer neuen Untersuchung zum Tanktourismus für die Herleitung des Absatzes.

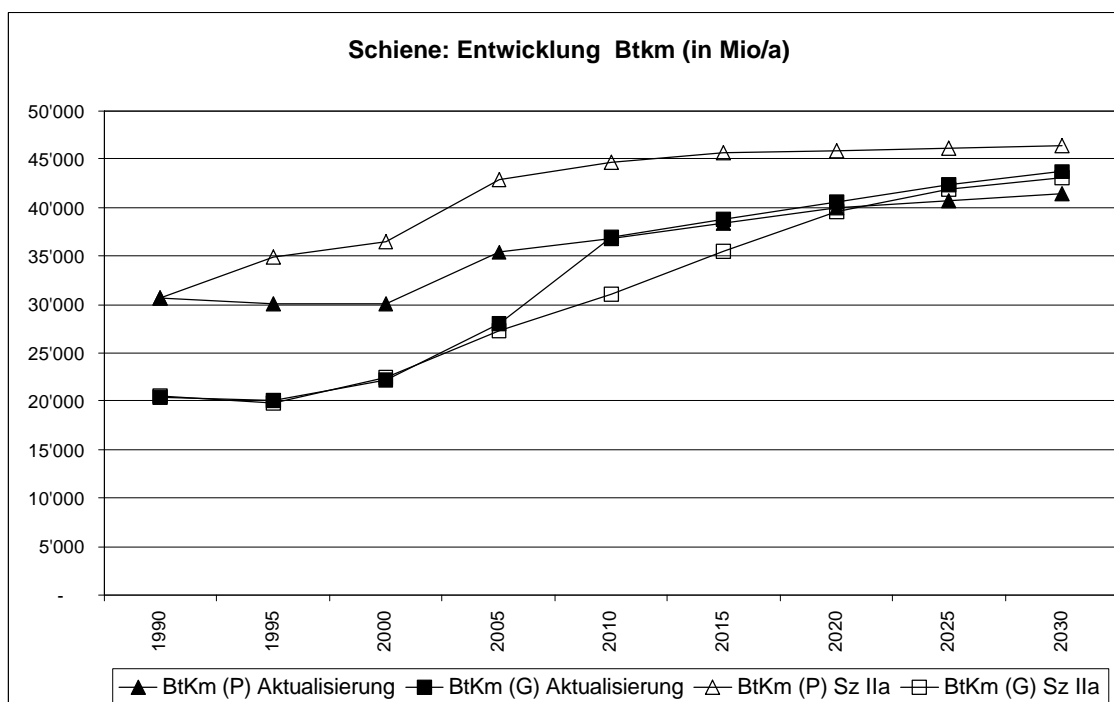
### **A3 Änderungen im Verkehrsmengengerüst**

- Strassenverkehr:  
Die unter A2 erwähnten Modifikationen führen zu den in Figur 1 dargestellten Änderungen im Verkehrsmengengerüst des Strassenverkehrs. Daneben wurden auch die Verkehrszusammensetzungen – namentlich im Strassengüterverkehr (neu höhere Anteile 40-t-Lastwagen) – neu ermittelt.



Figur 1: Fahrleistungsentwicklung der verschiedenen Fahrzeugkategorien: aktualisierte Werte und Vergleich mit dem früheren Szenario IIa.

- Schienenverkehr:  
Analog ergibt sich beim Schienenverkehr neu das Mengengerüst gemäss Figur 2.



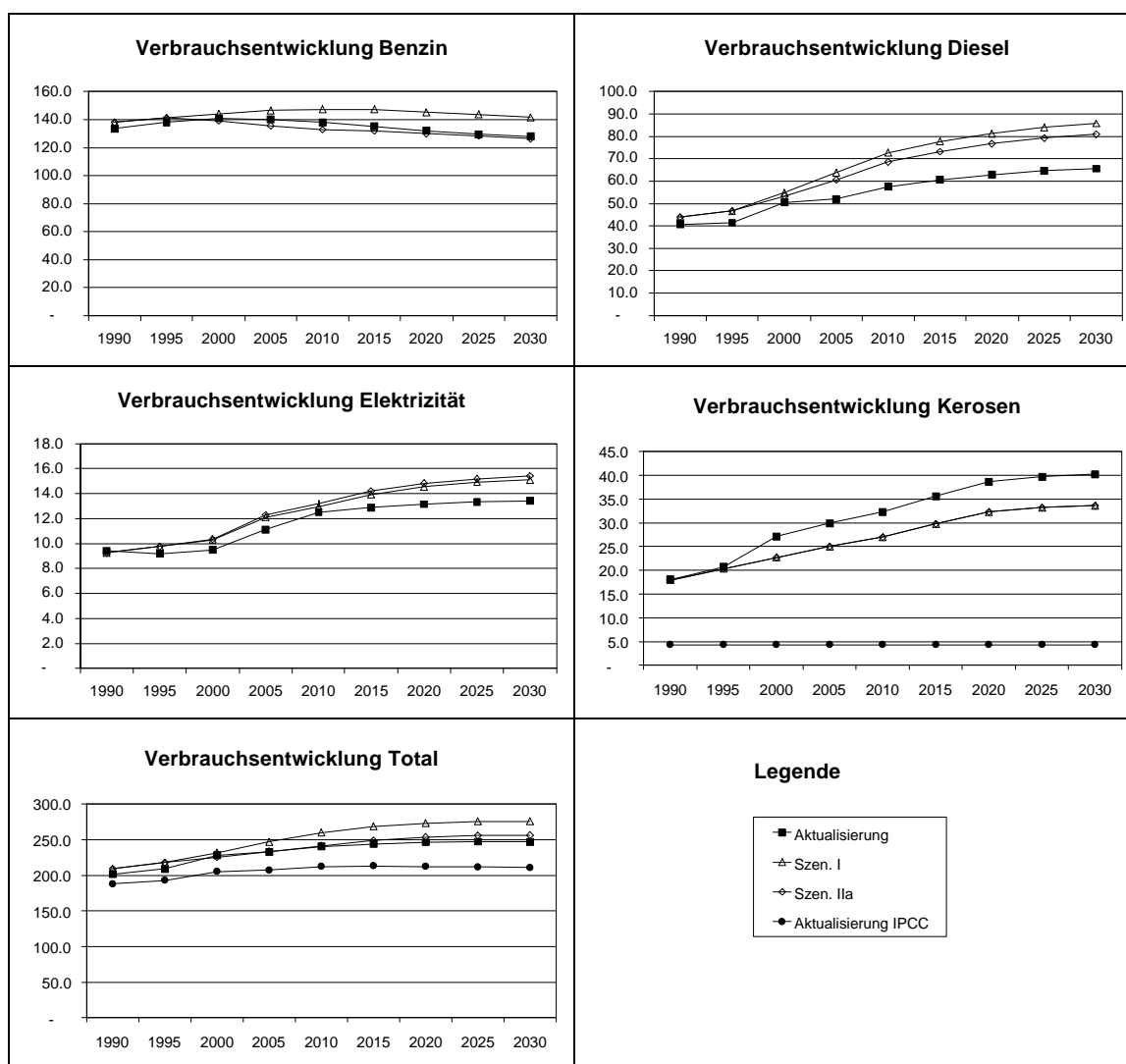
Figur 2 Aktualisierte Angaben zur Entwicklung im Schienenverkehr (in Mio Brutto-tkm/a) im Vergleich zum Szenario IIa.

- **Flugverkehr:**  
Im Flugverkehr wird die Basis (1990/1995/2000) wird aufgrund der bisherigen Entwicklungen angepasst, die Wachstumsraten ab 2000 werden jedoch unverändert aus den früheren Arbeiten (Szenario I = IIa) übernommen, welche ihrerseits auf der EWI-Studie zum Flugverkehr aus dem Jahr 1996 beruhten. Gleichwohl ergeben sich im Flugverkehr signifikante Veränderungen beim Energieverbrauch, weil ein neues Alllokationsverfahren angewendet wird. Bisher wurde vom Territorialprinzip ausgegangen, d.h. der Verbrauch aller Flüge über dem CH-Territorium wurde der Schweiz angerechnet. Das neue Verfahren der Anrechnung des Energieverbrauchs gemäss IPCC beinhaltet nur noch die Allokation des Verbrauches der Inlandflüge zum jeweiligen Land, während der Energiebedarf sämtlicher internationalen Verbindungen (Ziel-Quell-Verkehr und Transit) den sog. Bunkers zugewiesen wird.

## **A4 Ergebnisse**

- **Verbrauchsentwicklung**

Die nachstehende Grafik zeigt die aktualisierte Energieverbrauchsentwicklung sowie die ursprünglichen Angaben (von Szenario I [Referenz] und Szenario IIa [beabsichtigte Massnahmen]).



**Figur 3** *Energieverbrauch Verkehr in PJ/a - Aktualisiertes Grundszenario im Vergleich zu den früheren Szenarien I (Referenz) und IIa (beabsichtigte Massnahmen). Aufgrund der Konventionsänderungen im Flugverkehr werden zwei Varianten dargestellt: einmal Anrechnung des Kerosenverbrauches gemäss Territorialprinzip (wie bisher) und neu gemäss IPCC Richtlinien.*

Folgende Abweichungen sind festzustellen:

- Beim *Benzinverbrauch*, der primär durch den PW-Verkehr bestimmt wird, ist noch mit einem leichten Anstieg zu rechnen bis zu einem flachen Peak im Zeitraum 2000/2005; dann folgt eine leicht zurückgehende Tendenz. Im Vergleich zum Szenario IIa ist das Niveau zu Beginn leicht höher, da nicht mehr mit der vollen Wirksamkeit der VAT gerechnet wird. Es wird aber in Erwartung einer gewissen Wirksamkeit der Selbstverpflichtung der Hersteller bzw. der Vereinbarung EU/ACEA mit einer längerfristig anhaltenden Absenkung gerechnet so dass das Niveau 2030 nur marginal über dem Wert des früheren Szenarios IIa liegt.
- Die Erwartungen im Schwerverkehr – und damit beim *Dieserverbrauch* – sind gegenüber den früheren Annahmen deutlich zurückhaltender, was einerseits auf die

Einführung der 40t-Limite zurückgeführt wird, andererseits wird mit einer starken Wirksamkeit der LSVA gerechnet, von der eine Abflachung des Wachstums erwartet wird.

- Beim Schienenverkehr wird vor allem im Personenverkehr ein geringeres Wachstum gegenüber den früheren Prognosen erwartet, während beim Güterverkehr nach wie vor mit einem deutlichen Verlagerungseffekt von der Strasse zur Schiene infolge von LSVA und NEAT gerechnet wird. Insgesamt führt dies zu einer rund 13% geringeren Zunahme des *Elektrizitätsbedarfs* gegenüber Szenario IIa.
- Beim Flugverkehr wird einerseits die *Kerosennachfrage* der neuen Bezugsbasis angepasst (Aktualisierung), andererseits wird die Zuordnung des Energieverbrauches neu auch gemäss IPCC-Richtlinien vorgenommen (Aktualisierung IPCC).  
Die bisherige Entwicklung namentlich ab 1995 war durch starkes Wachstum im gewerblichen Flugverkehr gekennzeichnet (1995-1998: +6%/a bei den Flugbewegungen). Das relative Wachstum ab 2000 wird unverändert von den früheren Szenarien (I=IIa) übernommen, d.h. in diesem Segment wird nach wie vor mit einer starken Zunahme gerechnet, was sich auch mit den neuesten BAZL-Prognosen deckt.  
Das Wachstum der Variante „Aktualisierung IPCC“ basiert auf den gleichen Verkehrsentwicklungen wie „Aktualisierung“, enthält jedoch nur den Verbrauch des Binnenflugverkehrs, der voraussichtlich weniger schnell wachsen als der internationale Verkehr.
- Die verschiedenen Anpassungen bewirken, dass die *relative* Entwicklung des *Gesamtverbrauchs* für den Bereich Verkehr im aktualisierten Grundszenario praktisch gleich ausfällt wie im früheren Szenario IIa (Szen. IIa: +22.8% für 2030 gegenüber 1990; Aktualisierung: +22.4%).
- Deutlich Unterschiede ergeben sich jedoch je nach Anrechnungsmethodik des Energieverbrauchs des Flugverkehrs. Die Regeln der Zuordnung gemäss IPCC werden allerdings in Zukunft verändert werden, da die Zuordnung des Treibstoffverbrauches im internationalen Verkehr zu Bunkers, nur als Zwischenlösung zu verstehen ist bis über neue Zuweisungsregeln entschieden worden ist.

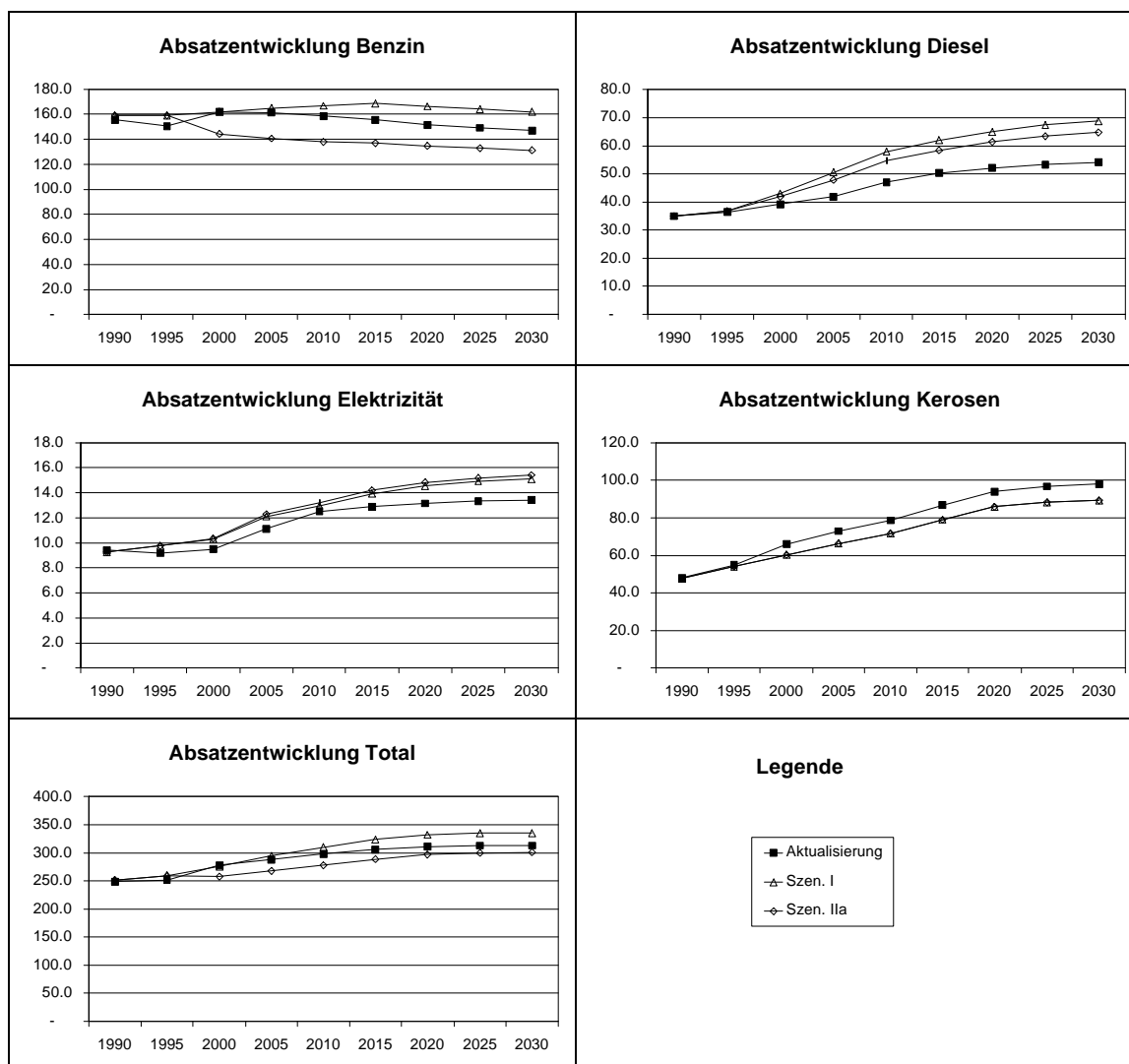
- **Absatzentwicklung**

Im Verkehr klaffen Absatz und Verbrauch in der Regel auseinander, was primär auf den Tanktourismus zurückzuführen ist, welcher sich als Folge von Preisdifferenzen des Treibstoffs zwischen den Nachbarländern einstellt. Dieser ist vor allem im Strassenverkehr ein Thema, Tanktourismus kommt aber auch im Flugverkehr vor. Auch im Bahnbereich kommen Transfers vor [Energie-Import/Export], sie sind aber nicht im gleichen Mass preisbedingt und werden hier nicht weiter thematisiert.

Die Bestimmung des quantitativen Ausmasses des Tanktourismus ist nur näherungsweise möglich. Eine kürzlich abgeschlossene Studie (Infras 1999) hat über zwei methodische

Wege versucht, das Ausmass des Tanktourismus zu bestimmen. Beide Ansätze konnten den Einfluss der Benzinpreisdifferenzen zwischen der Schweiz und den angrenzenden Ländern plausibel nachzeichnen, weisen aber im absoluten Ausmass eine Diskrepanz auf. Soll im Rahmen der Energieperspektiven die Absatzentwicklung abgeschätzt werden, so müsste strenggenommen (neben der Benzinpreisentwicklung) auch die Entwicklung der Benzinpreisdifferenzen prognostiziert werden. Weil dafür keine verlässlichen Grundlagen vorliegen, werden für die derzeitigen Verhältnisse fortgeschrieben (also weiterhin Benzinexport bzw. Dieselimport).

Figur 4 zeigt die entsprechenden Ergebnisse. Demnach wird der Gesamtabsatz um 26% zunehmen (gegenüber 1990). Im Vergleich zum früheren Szenario IIa ist diese Zunahme deutlich höher (Szen. IIa: +19.7%).



**Figur 4** Energieabsatz Verkehr in PJ/a: Aktualisiertes Grundszenario – im Vergleich zu den früheren Szenarien I (Referenz) und IIa (beabsichtigte Massnahmen).

Bemerkungen:



- 
- Im Vergleich zum Szenario IIa verläuft die Absatzentwicklung beim Benzin deutlich anders, obwohl die Verbrauchsentwicklung nicht wesentlich differiert. Der Hauptgrund liegt darin, dass einerseits der Tanktourismus bis 1995 stark zurückging und inzwischen wieder markant angestiegen ist, andererseits wurde in Szenario IIa davon ausgegangen, dass aufgrund einseitiger Preiserhöhungen in der Schweiz („NEAT“-Zehner) der Tanktourismus praktisch zum Erliegen kommt – ein Effekt, der in der Grössenordnung von rund 10-15 PJ liegt.
  - Der *Dieselpreis* ist heute in der Schweiz teurer, weshalb beim Diesel Tanktourismus in umgekehrter Richtung stattfindet (d.h. Dieselimport). Dieser findet vor allem im Transit- und Import/Export-Strassengüterverkehr statt. Das unterschiedliche Wachstum dieser Segmente bewirkt eine Veränderung des Anteils des Tanktourismus beim Diesel im Verlauf der Zeit, mit dem Effekt einer Reduktion des Absatzes gegenüber den früheren Erwartungen.
  - Beim Flugverkehr werden die Wachstumsraten ab 2000 von den früheren Szenarien übernommen. Weil die Bezugsbasis höher ist, verschieben sich die Absatzzahlen entsprechend nach oben.
  - Wenn der Anteil des Energieverbrauchs der verschiedenen Verkehrsträger interessiert, macht es einen wesentlichen Unterschied, ob man den Verbrauch oder Absatz heranzieht. Der Flugverkehr beispielsweise macht knapp 10% des Verbrauchs gemäss „Aktualisierung“ oder sogar nur 2% gemäss „Aktualisierung IPCC“ aus, hat aber einen Anteil von etwa 22% am Absatzes.

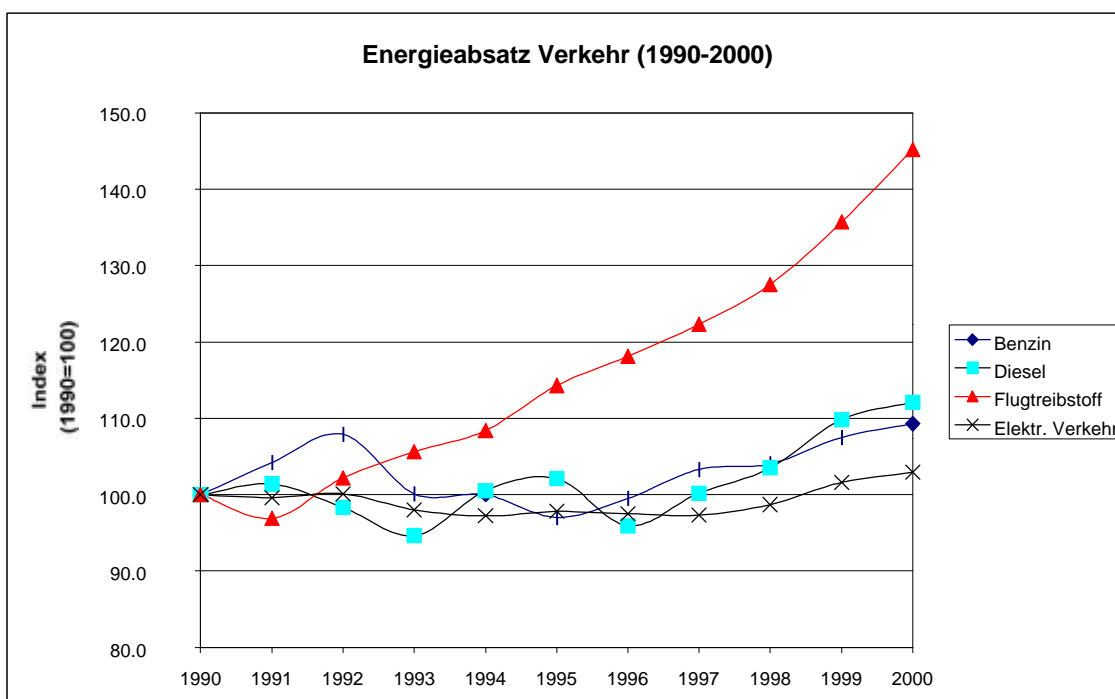
## B Ex-Post-Analyse des Energieverbrauchs im Verkehr im Jahr 1999 bzw. Einschätzung der Entwicklung im Jahr 2000

### B1 Allgemeines

Der Bericht „Ex-Post-Analyse des Energieverbrauchs im Verkehr 1999/2000“ behandelt die jüngste Energieverbrauchsentwicklung im Verkehrsbereich (1998 / 1999) und erstellt eine Schätzung für den Energieverbrauch und -absatz im Jahr 2000. Er schliesst an die bisherigen Ex-Post-Analysen an und enthält auch einen Vergleich 1990 / 2000. Die Arbeiten sind in einem Arbeitsbericht dokumentiert (INFRAS 2000b).

### B2 Entwicklung von Energie-Absatz und Verbrauch 1990 – 1998/1999/(2000)

Die nachstehende Figur zeigt einerseits die Absatzentwicklung 1990 bis 2000 gemäss Energiestatistik (wobei die Zahl für 2000 ein Schätzwert ist). Die anschliessende Tabelle gibt eine Übersicht des modellmässig errechneten Energieverbrauchs im Verkehr für die entsprechenden Jahre nach verschiedenen Parametern.



Figur 5 *Energieabsatz* für den Verkehr gemäss Energiestatistik 1990-1999 sowie Schätzungen für 2000.

	Abs. Werte (in PJ/a)							Index (1990 = 100)						Anteil e 2000
<b>Energie</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	
<b>B</b>	133.65	137.99	138.20	140.22	140.45	142.59	144.99	103.2	103.4	104.9	105.1	106.7	108.5	63%
<b>D</b>	40.63	41.39	42.54	44.26	46.02	47.57	48.79	101.9	104.7	108.9	113.3	117.1	120.1	21%
<b>El</b>	9.27	8.83	8.71	8.82	9.05	9.18	9.29	95.2	93.9	95.1	97.6	99.0	100.2	4%
<b>K</b>	18.08	19.80	20.89	23.04	24.06	25.74	27.54	109.5	115.5	127.4	133.0	142.3	152.3	12%
	201.63	208.01	210.34	216.34	219.58	225.08	230.61	103.2	104.3	107.3	108.9	111.6	114.4	100%

<b>V-Träger</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	
<b>Luft</b>	18.08	19.80	20.89	23.04	24.06	25.74	27.54	109.5	115.5	127.4	133.0	142.3	152.3	12%
<b>Schiene</b>	9.37	8.91	8.79	8.91	9.13	9.26	9.37	95.1	93.8	95.0	97.4	98.8	100.0	4%
<b>Strasse</b>	173.49	178.63	179.99	183.72	185.72	189.41	193.03	103.0	103.7	105.9	107.0	109.2	111.3	84%
<b>Wasser</b>	0.69	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	96.8	96.8	96.8	96.8	96.8	96.8	0%
	201.63	208.01	210.34	216.34	219.58	225.08	230.61	103.2	104.3	107.3	108.9	111.6	114.4	100%

<b>Pers/ Güter</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	
<b>Güter</b>	40.51	39.86	40.77	42.35	43.24	44.77	45.69	98.4	100.6	104.5	106.7	110.5	112.8	20%
<b>Pers</b>	139.05	144.41	144.74	147.01	148.35	150.63	153.44	103.9	104.1	105.7	106.7	108.3	110.4	67%
<b>undiff</b>	22.08	23.74	24.82	26.98	27.99	29.67	31.48	107.5	112.4	122.2	126.8	134.4	142.6	14%
	201.63	208.01	210.34	216.34	219.58	225.08	230.61	103.2	104.3	107.3	108.9	111.6	114.4	100%

<b>Privat/ Öff.</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	
<b>Öff</b>	12.12	11.89	11.79	11.89	12.13	12.28	12.38	98.1	97.2	98.1	100.1	101.3	102.1	5%
<b>Privat</b>	166.75	171.71	173.06	176.81	178.79	182.45	186.09	103.0	103.8	106.0	107.2	109.4	111.6	81%
<b>undef</b>	22.76	24.40	25.49	27.64	28.66	30.34	32.14	107.2	112.0	121.4	125.9	133.3	141.2	14%
	201.63	208.01	210.34	216.34	219.58	225.08	230.61	103.2	104.3	107.3	108.9	111.6	114.4	100%

Tabelle 1: Zusammenfassungen des Energie**verbrauchs** Verkehr 1990 und 1995-2000.

<b>Benzin</b>	<b>Verbrauch</b> [1000 t/a]			<b>Absatz</b>	<b>Diff. in %</b>
Jahr	Verkehr	übr. Verbraucher*)	total	Total [1000 t/a]	Verbrauch zu Absatz
1990	3'145	42	3'187	3702	-13.9%
1995	3'247	44	3'291	3590	-8.3%
1996	3'252	44	3'296	3682	-10.5%
1997	3'299	44	3'343	3824	-12.6%
1998	3'305	44	3'349	3851	-13.0%
1999	3'355	44	3'399	3979	-14.6%
2000	3'412	44	3'455	4'045	-14.6%

\*) Übrige Verbraucher, die nicht dem Verkehr zugewiesen werden: Baumaschinen, Land-/Forstwirtschaft

<b>Diesel</b>	<b>Verbrauch</b> [1000 t/a]			<b>Absatz</b>	<b>Diff. in %</b>
Jahr	Verkehr	übr. Verbraucher	total	total [1000 t/a]	Verbrauch zu Absatz
1990	949	299	1248	1117	11.7%
1995	967	293	1260	1141	10.4%
1996	994	293	1287	1071	20.1%
1997	1'034	293	1327	1119	18.6%
1998	1'075	293	1368	1157	18.2%
1999	1'111	293	1404	1227	14.4%
2000	1'140	293	1433	1'252	14.4%

<b>Kerosen</b>	<b>Verbrauch</b> [1000 t/a]			<b>Absatz</b>	<b>Diff. in %</b>
Jahr	Verkehr	übr. Verbraucher	total	total [1000 t/a]	Verbrauch zu Absatz
1990	421	0	421	1118	-62.3%
1995	460	0	460	1278	-64.0%
1996	486	0	486	1320	-63.2%
1997	536	0	536	1367	-60.8%
1998	559	0	559	1425	-60.8%
1999	599	0	599	1517	-60.5%
2000	640	0	640	1'623	-60.5%

Tabelle 2: Vergleich zwischen Energieverbrauch (gemäss Modell) und Absatzmengen (gemäss Energiestatistik resp. Schätzungen Infras)

### B3 Beobachtungen

Die Energieverbrauchsentwicklung des Verkehrs 1998/1999 bzw. 2000 lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Der Verkehr wird nach wie vor zum überwiegenden Teil (96%) mit **fossilen Treibstoffen** betrieben. Der elektrische Anteil bleibt unverändert bei ca. 4%.
- Der **Gesamtabsatz der fossilen Treibstoffe** hat 1999 (Werte 2000 in Klammern) gegenüber dem Vorjahr um 4.5% zugenommen, wobei die Zunahmen je nach Treibstoffart unterschiedlich ausfielen. Die sich abzeichnende Stabilisierung beim Benzinverbrauch hat sich 1999 nicht bestätigt:

- . Benzin: +3.3% (+1.7%)
- . Diesel: +6.0% (+2.0%)
- . Kerosen: +6.5% (+7.0%)
  
- Der Anteil der nicht-verkehrlichen Verbraucher am Dieselsatz liegt bei 30%. Für die vorliegende Arbeit ist angenommen worden, dass ihr Anteil konstant bleibt. Angesichts der Konjunktorentwicklung ist jedoch anzunehmen, dass im Vergleich zu 1998 dieser Bereich auch gewachsen ist. Dies bedeutet das zumindest nicht der ganze Zuwachs des Dieselsatzes durch den Verkehr verursacht ist.
  
- Die modellmässig berechnete **Verbrauchsentwicklung** weist eine Wachstumsrate für die fossilen Treibstoffe von ca. 2.5% p. a. auf mit folgenden Differenzierungen:
  - . Benzin: +1.5% (+1.7%)
  - . Diesel: +3.3% (+2.6%)
  - . Kerosen: +7.0% (+7.0%)
  
- **Verbrauch nach Verkehrsträgern:**  
 Der Strassenverkehr ist nach wie vor für den grössten Teil (ca. 84%) des Energieverbrauchs des gesamten Verkehrs verantwortlich. Dies gilt unter dem Vorbehalt des hier angesetzten Territorialprinzips, das dazu führt, dass der Anteil der Luftfahrt lediglich gut 11% (resp. 12% im Jahre 2000) ausmacht, während deren Anteil am Absatz (fossiler Treibstoffe) etwa 22% beträgt.
  
- **Differenzierung nach Personen-/Güterverkehr:**  
 Der Energiebedarf des Güterverkehrs hat 1999 etwas stärker zugenommen als derjenige des Personenverkehrs, wobei der Strassenverkehr stärker zugelegt hat als der Schienenverkehrs. Dies gilt in vermindertem Masse auch für das Jahr 2000. Beim insgesamt stark wachsenden Luftverkehr ist mit den verfügbaren Grundlagen eine Differenzierung nach Personen-/Güterverkehr nicht möglich.
  
- **Differenzierung nach privatem bzw. öffentlichem Verkehr:**  
 Insgesamt nahm der Energieverbrauch des privaten Verkehrs 1999 um ca. 2.1% (2000: 2.0%) zu, derjenige des öffentlichen Verkehrs um ca. 1.2% (0.8%). Für den Luftverkehr und die Schifffahrt ist eine Differenzierung nach privatem/öffentlichem Verkehr nicht möglich.

#### B4 Diskussion von Einflussfaktoren

- Im **PW-Bereich** sanken die Wachstumsraten beim *Bestand* von ca. 2.5 %/a in den 80-er Jahren (1980 bis 1990) auf ca. 1.5 %/a zu Beginn der 90-er Jahre. Seither ist die jährliche Zuwachsrate wieder leicht angestiegen (gegen 2%/a), so dass im Jahr 2000 rund 20% mehr PW im Verkehr sind als 1990.  
 Für die *Fahrleistungen* wird für 1999 bzw. 2000 mit einem Wachstum von 2.2 bzw. 2.5%/a gerechnet, was höher ist als das bisherige Mittel gemäss den aktualisierten BFS-Angaben (1990-1996: 0.6 %/a), aber noch immer deutlich geringer als die entsprechende Wachstumsrate der 80er Jahre (1985-1990: 3.2 %/a). Insgesamt liegt

demnach die PW-Fahrleistung 2000 um knapp 17% über dem Wert von 1990. Der *spezifische Energieverbrauch* nahm tendenziell ab: für die Zeitspanne 1990-2000 um ca. 7%. Darin ist berücksichtigt, dass die Neuwagen seit 1996 einen jeweils um ca. 1 bis 1.7% tieferen Energieverbrauch aufwiesen als im Vorjahr; diese Abnahme liegt deutlich unter den Zielwerten der VAT (Verordnung über die Absenkung des spezifischen Treibstoffverbrauchs), welche eine jeweils 3%ige Reduktion postulierte. Eine vergleichsweise unbedeutende Rolle spielt nach wie vor der Anteil an Diesel-PW's (Anteil 4 %).

- Zum **Benzinverbrauch**: Aufgrund der verkehrlichen Indikatoren kann für 1998/1999 eine Verbrauchszunahme von knapp 2% gegenüber dem Vorjahr erklärt werden, das Absatzwachstum von Benzin lag jedoch bei gut 3%. Andere Benzinverbraucher nahmen eher ab (Lieferwagen: Tendenz zu mehr Dieselanteilen; Mofa: Reduktion von Bestand und Fahrleistungen). Deshalb muss die Differenz über die Zunahme des Tanktourismus erklärt werden. Aufgrund der Modellrechnungen nahm dieser im von 1998 auf 1999 von 13.0 auf 14.6% zu. Aufgrund der Entwicklung der Preisrelationen (CH gegenüber angrenzendem Ausland) sollte erwartet werden, dass der Tanktourismus etwa konstant geblieben ist. Es ist deshalb zu folgern, dass das Verbrauchsmodell den Konsum eher unterschätzt.

Weniger eindeutig ist die Einschätzung des Tanktourismus für die Periode 1999/2000, weil hier ausgeprägtere Preisbewegungen im Spiel sind: Gegenüber Deutschland wurden in den Monaten Januar bis März die Preisdifferenzen grösser. Im April fiel der Unterschied aufgrund unterschiedlicher Preisentwicklungen und von Wechselkursänderungen jedoch wieder unter das Niveau von Dezember 1999. Die Entwicklung gegenüber den anderen Nachbarländern verlief ähnlich. Es war bei Berichterstellung deshalb nicht voraussehbar, ob die Preisdifferenzen im Jahresdurchschnitt eher zu oder abnehmen werden.
- Zum **Dieselvebrauch**: Nachfrageseitig hat hier der Verbrauch 1999 gegenüber 1998 um 3.0 % zugenommen, während absatzseitig die Zunahme deutlich höher war (6.0%). Gleichzeitig gingen die Preisdifferenzen gegenüber dem umliegenden Ausland zurück; gegenüber Italien bildete sich sogar ein kleiner Preisvorteil heraus. Ein Teil der Zunahme des Dieselabsatzes kann deshalb mit vermindertem Tanktourismus erklärt werden. Andererseits bedarf für eine genauere Analyse die Entwicklung der nicht-verkehrlichen Verbraucher (insbesondere Baugewerbe) in Zukunft einer genaueren Betrachtung. Wie beim Benzin ist die Einschätzung des Verlaufs im Jahr 2000 auch beim Diesel aufgrund ausgeprägterer Preisbewegungen weniger klar.
- Besondere **verkehrspolitische Massnahmen** sind in der Berichtsperiode nicht auszumachen. Allenfalls kann hier die Zunahme des ÖV-Angebots (Reisezugsverkehr) erwähnt werden, die 1999 wieder das Niveau von 1990 erreicht hat (namlich knapp 95 Mio Zugskm), nachdem das Angebot 1995 einen relativen Tiefpunkt erreicht hat (leicht unter 90 Mio Zugskm).

- Spezielle **energiepolitische Massnahmen** sind im Rahmen von Energie 2000 bereits vor dem Berichtsjahr initialisiert worden. Dazu zählen Aktionen wie Eco-Fahrweise, Car sharing, Sparen von Autofahrten im Arbeitspendlerverkehr und im Stadtverkehr sowie Informations- und Sonderaktionen zum „Verbrauchsbewusstsein fördern“. Die zuständigen Stellen rechnen für 1999 (bzw. für das Berichtsjahr 1997/98) mit einem Spareffekt von rund 2.3 PJ, was einem Einspareffekt von 1.1 % des Gesamtverbrauchs (Benzin+Diesel) entspricht. Für 2000 wird ein Spareffekt von 2.8 PJ erwartet.

## C Modellaktualisierung

### C1 Fragestellung

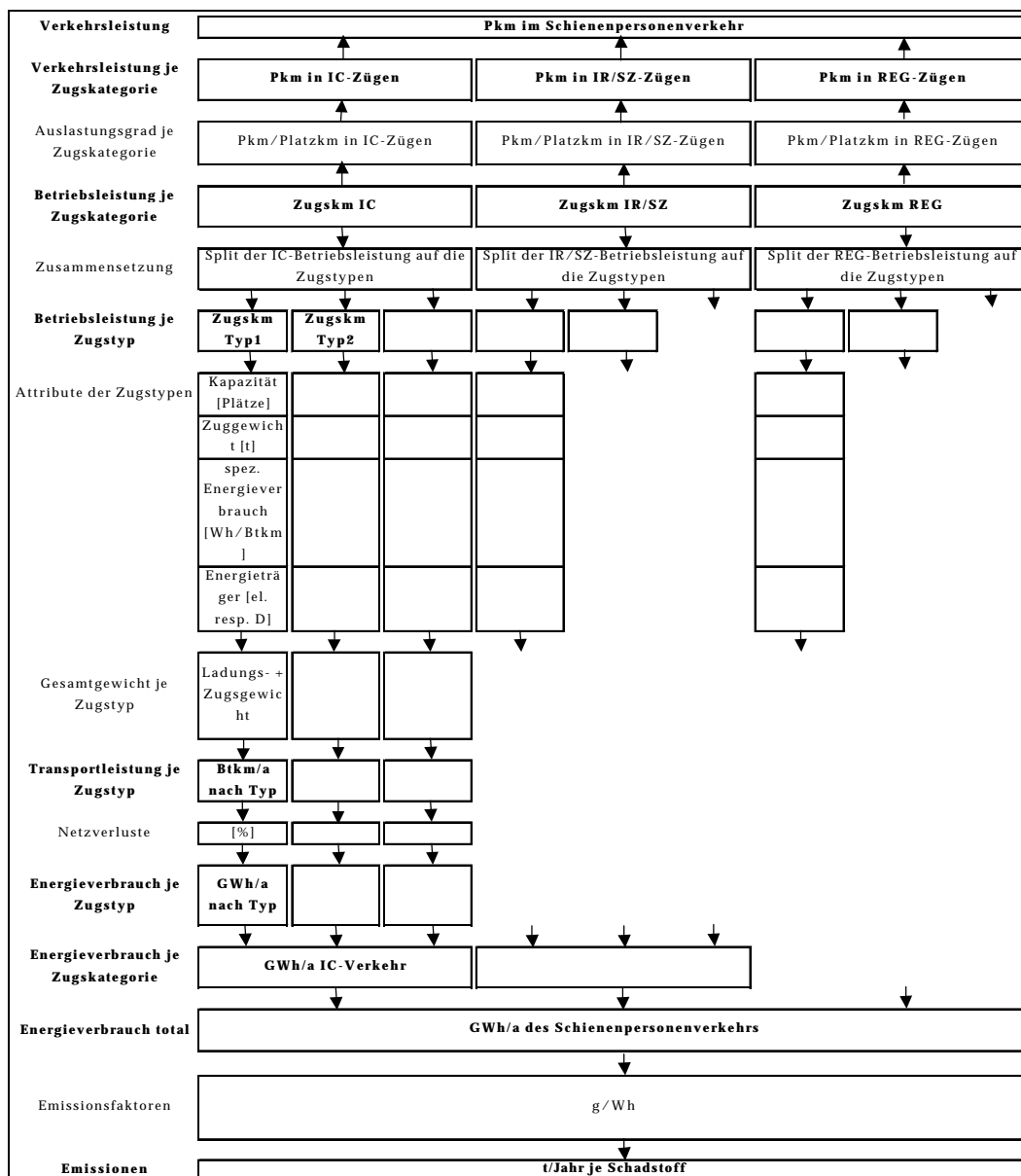
Die Arbeiten im Bereich Modellaktualisierungen umfasste im Berichtsjahr konzeptionelle Arbeiten zum **Schienenverkehr**. Angesichts des vergleichsweise geringen Anteils des Schienenverkehrs am Gesamtenergieverbrauch (ca. 5 %) wurde bisher der Schienenverkehr relativ grob segmentiert. Das Ziel der Aktualisierung bzw. Überarbeitung besteht darin, eine Verfeinerung des Mengengerüsts vorzunehmen, um einerseits Kenntnis über den Energieverbrauch der verschiedenen Verkehrssegmente zu erhalten, andererseits im Rahmen der Perspektiven die Auswirkungen von Verlagerungseffekten besser einschätzen zu können.

Die Arbeiten umfassten das Design des überarbeiteten Modells, die Identifikation der Entitäten und Relationen sowie einen ersten Entwurf eines differenzierteren Mengengerüsts. Verschiedene darin enthaltene Annahmen werden im Jahr 2001 mit den SBB diskutiert und abgestimmt. Die Arbeiten sind noch nicht veröffentlicht, jedoch in einem internen Arbeitspapier dokumentiert (INFRAS 2000c).

### C2 Modellkonzept

Figur 6 zeigt den Aufbau des Modells bzw. den Ablauf der Berechnungen und insbesondere die Verknüpfung zwischen den verschiedenen Masszahlen des Verkehrs (Verkehrsleistung, Betriebsleistung und Transportleistung) festgehalten. Die Berechnungen erfolgen ausgehend von der Inputgrösse Betriebsleistung anhand der in der Figur festgehaltenen Kennzahlen. Das Modell fokussiert in erster Linie auf den Energieverbrauch. Es bietet damit gleichzeitig die Möglichkeit, daraus auch die Emissionen zu ermitteln.

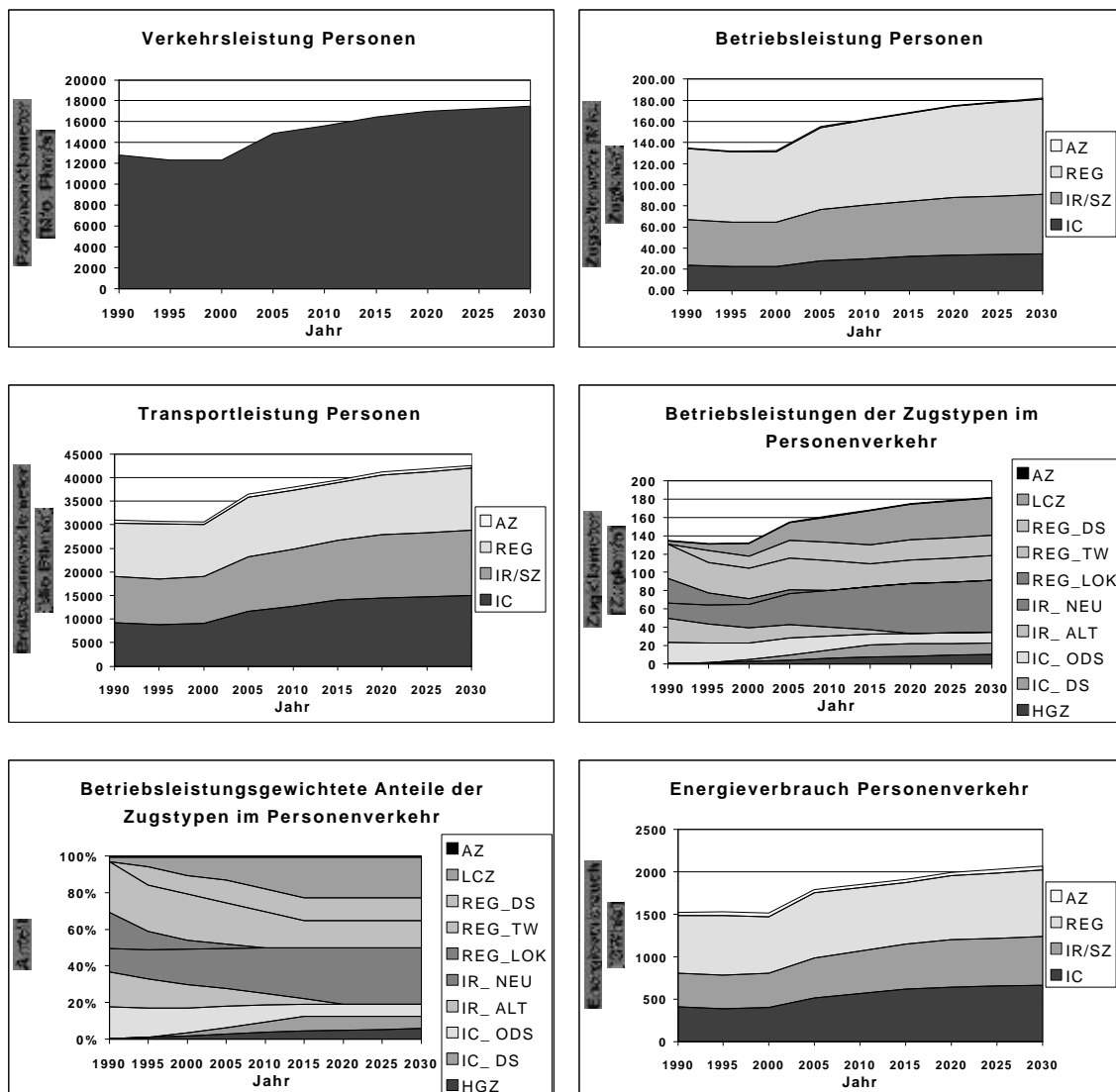




Figur 6: Schematisierter Ablauf der Berechnungen am Beispiel des Personenschienenverkehrs. Der Güterverkehr ist konzeptionell gleich aufgebaut.

### C3 Erste Ergebnisse zu Illustrationszwecken

Im Folgenden werden einige erste Resultate für den Zeitraum 1990 bis 2030 dargestellt. Die Daten sind lediglich zu Illustrationszwecken produziert worden und sind z.B. noch nicht mit den SBB abgestimmt. Sie basieren auf aggregierten Zahlen der Verkehrstatistik und auf Angaben aus europäischen Forschungsprojekten. Die Darstellungen dienen einzig der Illustration des möglichen Outputs des Schienenmodelles.



Figur 7 Entwicklung verschiedener Indikatoren im Personen-Schienenverkehr. Die Daten sind lediglich als Illustrationen der Modellmöglichkeiten zu verstehen und müssen noch plausibilisiert werden <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bedeutung der Abkürzungen in den Diagrammen:

- AZ: Autozug; REG: Regionalverkehr; IR/SZ: Schnellzugsverbindungen; IC: Intercityverkehr.
- LCZ: Low-Cost-Zug, REG\_DS: Regionalzug mit Doppelstockwaggons; REG\_TW: Regionalzug mit Triebwagen; REG\_LOK: Regionalzug mit Lokomotive; IR\_NEU: klimatisierter Schnellzug, IR\_ALT: nicht klimatisierter Schnellzug; IC\_ODS: IC mit einstöckigen Waggons; IC\_DS: IC mit Doppelstockwaggons; HGZ: Hochgeschwindigkeitszug

## **D Literatur**

- INFRAS 2000a *Energieperspektiven Verkehr, Aktualisierung Grundszenario*, im Auftrag BFE, Arbeitsbericht 7017A4(V3), vom 18.3.2000
- INFRAS 2000b *Ex Post Analyse 1999 / 2000*, im Auftrag BFE, Arbeitsbericht 7017A5-XP99B, vom 25.8.2000
- INFRAS 2000c *Energiemodellierung Schienenverkehr (Aktualisierung)*, im Auftrag BFE, Arbeitsbericht 7017A3, interner Arbeitsbericht (unveröffentlicht), 30.11.2000