



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Bouwdienst Rijkswaterstaat

01:11030

ENERGIEVERBRUIK VERKEER BIJ HELLINGEN

Deelproject Duurzaam Bouwen Bouwdienst
Trajectnota/MER A12 Utrecht Veenendaal

9 februari 2000

C6784

Ministerie van Verkeer en Waterstaat



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Bouwdienst Rijkswaterstaat

BIBLIOTHEEK
Bouwdienst Rijkswaterstaat
Postbus 20.000
3502 LA Utrecht

BIBLIOTHEEK BOUWDIENST RIJKSWATERSTAAT

NR. C6784 BDU

ENERGIEVERBRUIK VERKEER BIJ HELLINGEN

Deelproject Duurzaam Bouwen Bouwdienst
Trajectnota/MER A12 Utrecht Veenendaal

9 februari 2000

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Directie Utrecht
Opdrachtnemer: Bouwdienst Rijkswaterstaat
Auteur: B. Henderson
Documentnummer: 3002-2000-0017

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	1
1 ALGEMEEN	2
1.1 Aanleiding	2
1.2 Situatie	2
2 Deelonderzoek	3
2.1 Doel	3
2.2 Doel- en vraagstelling	3
2.3 Aanpak	3
2.4 Onderzoeksvragen	4
3 Onderzoeksresultaten	5
3.1 Rekenmodel	5
3.2 Rekenresultaten	5
4 CONCLUSIES	8
4.1 Casus van wegvak in verschillende uitvoeringsvarianten over de levensduur	8
4.2 Algemene Conclusies	8
 Bijlagen I:	 Grafiek 1 brandstofverbruik/helling-% 75, 95 en 115 km/u
II:	Tabel 2 brandstofverbruik over traject
III:	Grafiek 6 energieverbruik hellingop/hellingaf
IV:	Rekenuitkomsten BUWAL

1 ALGEMEEN

1.1 Aanleiding

Ten behoeve van een duurzame ontwikkeling worden voor het project Tracénota/MER A12 Utrecht-Veenendaal duurzaam bouwen criteria opgesteld om te worden geïntegreerd in de planvorming, ontwerp en eventuele uitvoering van het project.

De Bouwdienst van rijkswaterstaat is verantwoordelijk om het aspect duurzaam bouwen in te brengen bij het ontwerpen en het beschrijven van de effecten van de verschillende kunstwerken in het tracé. Naast de thema's Grondstoffen, Vormgeving & Ruimte is Energie één van de thema's van duurzaam bouwen om dit nader te concretiseren.

In het kader van het thema Energie wordt gekeken naar de energie-extensivering van de realisatie, het onderhoud en het gebruik van de kunstwerken. Dit deelonderzoek heeft betrekking op het energieverbruik door het verkeer tijdens de gebruiksfase van de kunstwerken.

1.2 Situatie

Hoogteverschillen (hellingen) in het wegdek doen zich voor bij kunstwerken. Tunnels, bruggen, viaducten en toe- en afritten zijn daar voorbeelden van. Deze hellingen hebben invloed op de rijnsnelheid en daarmee ook op het energieverbruik door het verkeer. Hellingop neemt de snelheid af, en hellingaf neemt de snelheid van het voertuig toe bij een gelijkblijvende stand van het gaspedaal.

In principe dient het voertuig zowel hellingop als -af dezelfde snelheid te handhaven. Voor personenwagens is dit gemakkelijker dan voor vrachtwagens.

Variabelen die de snelheid en/of het energieverbruik beïnvloeden zijn de hellingshoek en de lengte van de helling (de hoogte van het wegdek is een afhankelijke van de hoek en de lengte van de weg ten opzichte van het lokale maaiveld).

2 Deelonderzoek

2.1 Doel

Het doel is om de relatie tussen het energieverbruik door het verkeer bij kunstwerken te onderzoeken en om te kunnen achterhalen wat de mogelijkheden zijn om een zo laag mogelijk energieverbruik door het verkeer in relatie met de kunstwerken te bewerkstelligen. Het uiteindelijke doel is dus het optimaliseren van ontwerpen van kunstwerken en wegen om een zo laag mogelijk energieverbruik door het verkeer te bewerkstelligen.

Ten opzichte van een auto(snel)weg (maaiaveldligging) kunnen kunstwerken invloed hebben op het energieverbruik van het verkeer door de hoogteverschillen (hellingen door viaducten en tunnels) die bij kunstwerken per definitie aan de orde zijn.

Doelen:

- Optimaliseren ontwerpen van de kunstwerken
- Mogelijk afwegen van verschillende uitvoeringsvarianten op basis van het energieverbruik;
- Programma van eisen voor ontwerpen van kunstwerken;
- Algemene richtlijnen voor het ontwerpen van autosnelwegen in relatie met kunstwerken.

2.2 Doel- en vraagstelling

Doelstelling

Het optimaliseren van ontwerpen en kunstwerkvarianten ten behoeve van een minimaal energieverbruik door het verkeer.

Vraagstelling

Wat is de relatie tussen de hellingshoek van het wegdek en het energieverbruik door het verkeer en hoe kan het energieverbruik worden geminimaliseerd?

2.3 Aanpak

Het deelproject 'Energieverbruik door verkeer' bestaat uit twee fases. In de eerste fase worden de basis gegevens verzameld, de instrumenten (rekenmodel) geselecteerd en de algemene onderzoeksvragen beantwoord. De resultaten van de eerste fase moeten een antwoord geven of het energieverbruik door het verkeer bij hellingen relevant is en of er algemene conclusies getrokken kunnen worden waarop richtlijnen voor het ontwerpen van kunstwerken kunnen worden gebaseerd.

In de eventueel daaropvolgende tweede fase wordt een concrete casus binnen het project geselecteerd en uitgewerkt.

In deze casus wordt de situatie over de periode van de technische levensduur van het kunstwerk beschouwd, dus inclusief het bouwen, beheer en onderhoud en gebruik door het verkeer van het kunstwerk.

Met de resultaten van fase 2 is het streven om richtlijnen te kunnen geven om het ontwerp van kunstwerken te optimaliseren en om argumenten te hebben om uitvoeringsvarianten binnen het MER af te kunnen wegen op DuBo-aspecten.

Stappen in het onderzoek:

Eerste fase

- 1 Selectie rekenmodel energieverbruik verkeer (en eventueel de uitstoot van verbrandingsgassen);
- 2 Onderzoek naar de invloed van hellingshoek en hoogte van het wegdek op het energieverbruik in standaardsituaties door toepassen rekenmodel;
- 3 Opstellen van algemene conclusies en richtlijnen.

Tweede fase

- 4 Selecteren van casus (voorstel aansluiting Maarn-Maarsbergen, uitwerken uitvoeringsvarianten);
- 5 Toepassen rekenmodel en gevonden uitkomsten uit fase 1 op ontwerpen toepassen. Daarbij zullen de kunstwerken over een periode van 80 jr beschouwd worden (ontwerp-bouwfase tot afvalfase);
- 6 Rapportage van het onderzoek als handreiking voor ontwerpers en selectie van voorkeurvarianten.

2.4 Onderzoeksvragen

A Rekenmodel

1. Welk rekenmodel is het meest geschikt om het energieverbruik door verkeer te berekenen?
2. Kan dit model tevens de emissies berekenen?

B Relatie hellingshoek/hoogte en energieverbruik

1. Wat is de verhouding tussen het energieverbruik en de hellingshoek;
2. Wat is de verhouding tussen het energieverbruik en de hoogte van het wegdek;
3. Wat is de minimale en maximale hellingshoek van kunstwerken op basis van richtlijnen;

C Subvragen

1. Wat is het verschil in energieverbruik tussen een B45 en een B65 (hoge sterkte beton waardoor compacter gebouwd kan worden) viaduct in dezelfde situatie?
2. Wat is de invloed van bochten op het energieverbruik?
3. Wat is de invloed van het soort wegdek (zoab, dab, dubbelllaags zoab) als gevolg van wrijving band-weg contact op het energieverbruik?
4. Wat is de invloed van de samenstelling (bitumen/toeslagmateriaal) op het energieverbruik?
5. Wat is de invloed van de weersomstandigheden op het energieverbruik (temperatuur en weerstand door regenwater) ?
6. wat is de samenstelling van de uitlaatgassen bij optrekken (stijgen), stationair lopen (horizontaal) en bij afremmen op de motor (dalen)?

3 Onderzoeksresultaten

3.1 Rekenmodel

Het geselecteerde rekenmodel betreft de BUWAL-methode zoals beschreven in: Handbuch der Emissionsfactoren des Strassenverkehrs 1980-2010 (HBEFA), 1995/versie 1.1 van het Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).

De AVV heeft een licentie voor het model en voeren de berekeningen uit en controleren de interpretaties na verwerking van de gegevens in het onderzoek.

Het model kan diverse emissiefactoren berekenen waaronder het brandstofverbruik per individuele voertuigcategorie afhankelijk van diverse parameters.

De volgende parameters kunnen onder andere gekozen worden:

1. Voertuigcategorie;
2. Modeljaar (katalysator);
3. Verkeerssamenstelling;
4. Brandstofsoort (LPG niet);
5. Wegcategorie;
6. Helling (standaard -6, -4, -2, 0, 2, 4, 6%);
7. Voertuigsnelheid;
8. Brandstofverbruik (in g/km).

Het energieverbruik wordt uitgedrukt in gram brandstof (diesel of benzine) per afgelegde km. per voertuigcategorie.

Voor vrachtwagens wordt rekening gehouden met een snelheidsterugval vanwege hellingen.

Naast het energieverbruik kunnen ook ander componenten berekend worden (schadelijke uitlaatgassen en CO₂).

Voordelen:

- De berekeningen kunnen in eigen beheer (AVV) uitgevoerd worden;
- De methode is relatief eenvoudig en snel uit te voeren.

Nadelen:

- Het model houdt bij vrachtwagens rekening met een snelheidsterugval;
- LPG kan niet als brandstofsoort gekozen worden. In Nederland is LPG in tegenstelling tot het buitenland een substantiële brandstofsoort (10% van de afgelegde voertuigkilometers);
- Default-helling-% zijn alleen mogelijk. Tussenvallende waarden zijn niet mogelijk. Door het ontbreken van bergen in Nederland en strenge veiligheidseisen zijn alleen de hellingen 0, 2 en 4% relevant (6%-helling in uitzonderingsgevallen).

3.2 Rekenresultaten

Er zijn een aantal standaardsituaties doorgerekend met als doel om het rekenmodel te testen en om antwoord te krijgen op de algemene vragen (onderzoeksvragen B)

Situaties

Voor personenwagens (diesel en benzine) en vrachtwagens (diesel) de volgende variabelen:

- Hellingshoeken -6, -4, -2, 0, 2, 4, en 6%;
- Wegcategoriën autoweg (80 en 100 km/u) en autosnelweg (120 km/u) (de rekensnelheden zijn dan respectievelijk 75, 95 en 115 km/u voor personenauto's en maximaal 80 voor vrachtwagens).

Tabel 1 Energieverbruik personenauto's in gram benzine per afgelegde km.

Helling in %	75 km/u	index-%	95 km/u	index-%	115 km/u
6	98,6	232	98,0	208	120
4	79,3	185	78,1	166	108
2	60,9	143	62,5	133	82,5
0	42,5	100	46,9	100	57
-2	31,0	73	34,7	74	43,5
-4	19,5	46	22,4	48	30
-6	14,6	34	12,2	26	18,2

Tabel 1 is in de Bijlage opgenomen als grafiek.

Met de gegevens van de personenwagens (benzine) zijn diverse berekeningen gemaakt (rekenblad) en uitgewerkt in grafieken in de Bijlagen.

Vrachtwagens

Vrachtwagens laten naast een snelheidsterugval ook een sterkere toename van het energieverbruik zien ten opzichte van personenwagens. Net als in Nederland wordt in Duitsland een onderscheidt in vrachtwagen-categorieën gemaakt: LKW (licht vrachtverkeer), LZ (middelzwaar vrachtverkeer) en SZ (zwaar vrachtverkeer).

In verband met de maximum snelheid voor vrachtverkeer van 80 km/u is alleen deze snelheid weergegeven (energieverbruik wegvakken 80, 100 en 120 is dus hetzelfde).

Tabel 2 energieverbruik vrachtverkeer in gram diesel per afgelegde km.

Helling in %	LKW	index	LZ	index	SZ	index
6	506	289	1040	425	1146	426
4	387	221	775	316	852	317
2	277	158	510	208	560	208
0	175	100	245	100	269	100
-2	91	52	105	43	112	42
-4	51	34	39	16	39	15
-6	56	32	46	19	49	18

Uit de resultaten blijkt het volgende:

1. Het energieverbruik door verkeer bij hellingen is hoger dan bij maaiveldsituaties (Tabel 1 en 2, Grafiek 1);
2. Hoe hoger de snelheid, des te hoger het energieverbruik (Tabel 1 en 2, Grafiek 1);
3. Hoe groter de helling-%, des te hoger het brandstofverbruik per afgelegde km (Grafiek 1);

-
4. Het rendement van de motor heeft invloed op het energieverbruik bij een bepaalde snelheid. In dit geval bij 95 km/u gunstiger dan bij 75/115 km/u (Bijlage: grafiek 1);
 5. De extra benodigde hoeveelheid energie hellingop wordt niet gecompenseerd door de brandstofbesparing hellingaf bij een constante rijsnelheid (grafiek 6, voorbeeld 95 km/u) in vergelijking met 0%-helling (Grafiek 6);
 6. Hoe groter het hoogteverschil van een helling des te hoger het energieverbruik (Tabel 2);
 7. Over een traject van 1km beschouwd verbruiken 2 en 4%-hellingen praktisch evenveel brandstof (Tabel 2);
 8. Steile helling (6%) bij hoge snelheid relatief gunstig voor het brandstofverbruik van personenwagens (Tabel 2).
 9. Bij vrachtwagens is de toename in energieverbruik door hellingen groter dan bij personenwagens (vergelijk Tabel 1 en 2).

4 CONCLUSIES

4.1 Casus van wegvak in verschillende uitvoeringsvarianten over de levensduur

Uitgangspunten:

Etmaalintensiteit:	100.000 mvt/etmaal in jaar 2000
Verhouding:	12% vrachtwagens, 88% personenwagens
Autonome ontwikkeling:	buiten beschouwing gelaten
Wegvaklengte:	1 km
Wegvaksnelheid:	115 km/u (rekensnelheid voor 120 km wegvakken)
Voertuigsoort:	personenauto's benzine
Periode:	80 jaar (technische levensduur viaduct)

	variant	benzine in kg	index
mv0-0	weg in maaiveldligging	1.830.358 kg benzine	100
V6-2	weg over viaduct met hoogte 6m, helling 2%	1.907.944 kg benzine	104
T15-4	weg door tunnel met diepte 15m, helling 4%	2.102.716 kg benzine	115

- Viaduct kost 77.586 kg meer benzine (4%) dan maaiveldligging (1.361.158 voertuigkm's personenwauto's)
- Tunnel kost 272.358 kg meer benzine (15%) dan maaiveldligging (4.778.211 voertuigkm's personenauto's)

4.2 Algemene Conclusies

Uit de gegevens uit hoofdstuk 3 kunnen de volgende algemene conclusies getrokken worden:

Conclusies:

1. Hellingen hebben een ongunstig effect op het brandstofverbruik. Naast een hoger brandstofverbruik per afgelegde km wordt er door hellingen ook een grotere afstand afgelegd;
2. Hoe hoger het kunstwerk, des te meer energie verbruikt wordt (en des te meer materiaal nodig is voor het kunstwerk). Theoretisch gezien zijn viaducten van B65-beton dus voor het energieverbruik door het verkeer gunstiger dan viaducten van B45-beton. Hierbij dient wel als voorwaarde te zijn gesteld dat het B65-viaduct ook slanker gedetailleerd - en dus lager - is dan de B45-variant. Het verschil in hoogte, en daarmee de winst in energieverbruik, is echter klein (+/- 20 cm);
3. Over een traject beschouwd laten 2- en 4%-hellingen bij personenwagens geen verschil in brandstofverbruik zien. Een 4% helling maakt een kunstwerk korter waarvoor minder materiaal nodig is;
4. In de praktijk hebben kunstwerken op basis van ontwerprijtlijnen een maximale helling-% van 4% en in uitzonderingsgevallen van 6%;
5. Hoe steiler de helling hoe hoger het brandstofverbruik per afgelegde weg (met name voor vrachtwagens);
6. Over een periode beschouwd (bijvoorbeeld de technische levensduur van een kunstwerk van 80 jaar) is het energieverbruik als gevolg van hellingen aanzienlijk;
7. Energieverbruik door hellingen hoger dan alleen de toename in energieverbruik door de grotere afgelegde weg.

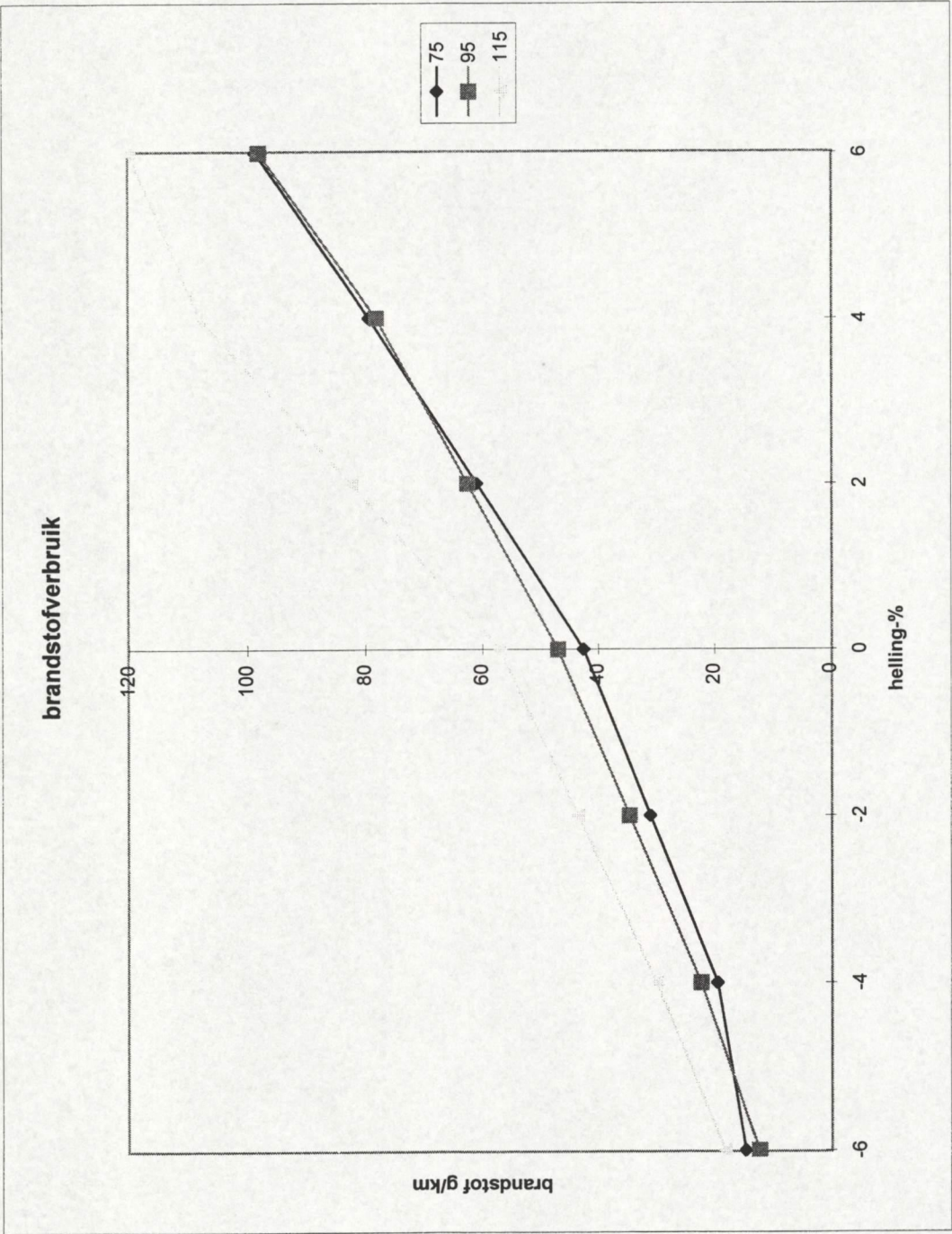
Uit de beperkte gegevens kan de volgende hypothese afgeleid worden (dit is niet uitvoerig onderzocht):

1. Hoe hoger de rijsnelheid hoe hoger het energieverbruik bij hellingen. Voor het energieverbruik is het dus gunstiger om hellingen in de langzaamste van de kruisende wegen op te nemen.

Richtlijnen:

1. Voorkom hellingen zoveel als mogelijk;
2. Maak kunstwerken zo compact mogelijk met zo min mogelijk hoogteverschil.

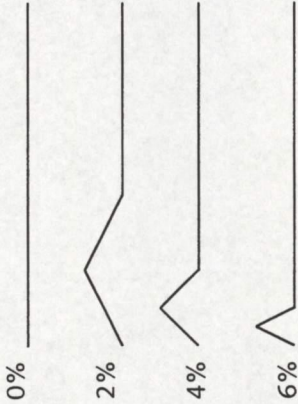
grafiek 1



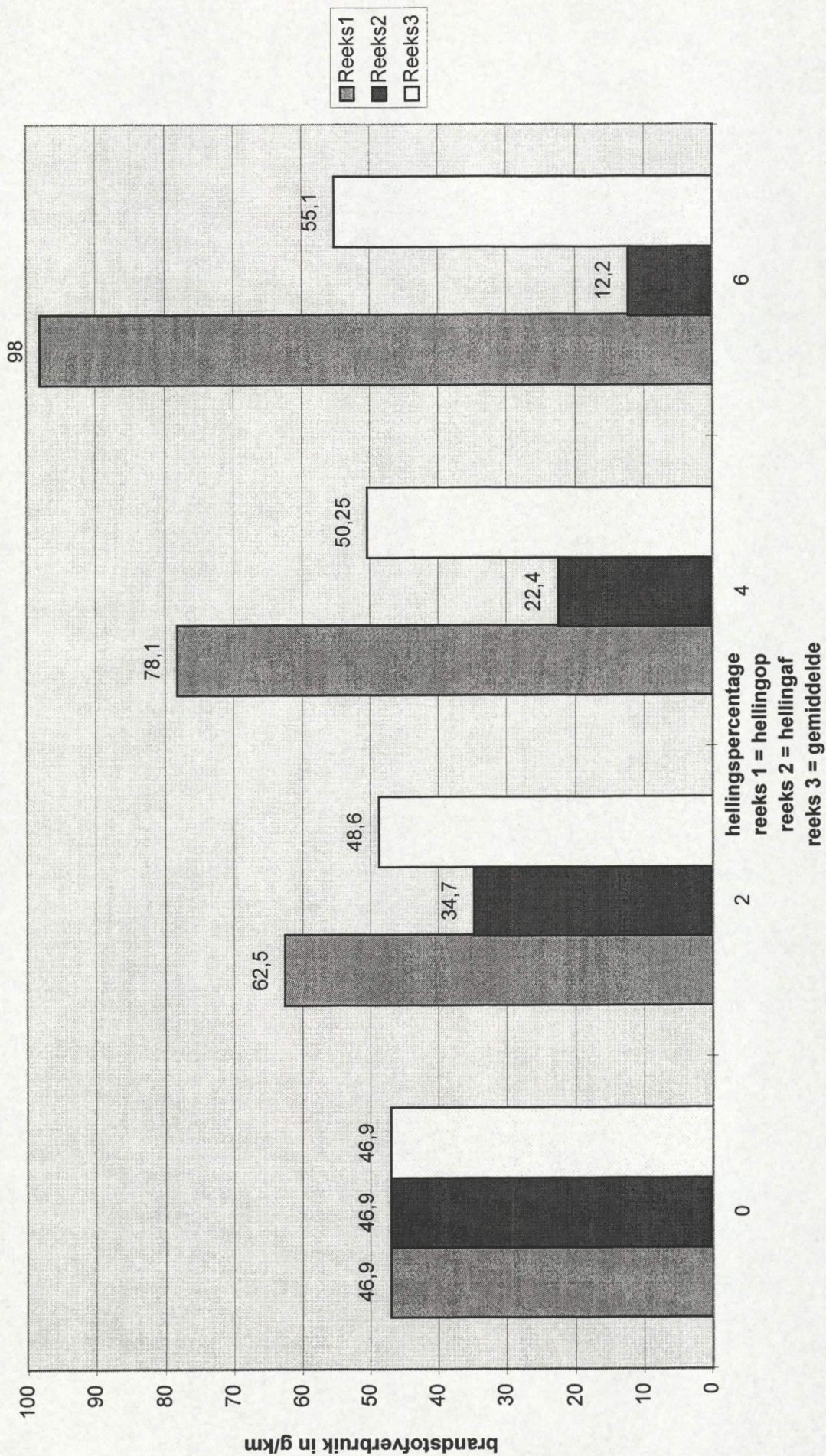
Bijlage: Brandstofverbruik over traject

Brandstofverbruik over traject 1km met diverse hoogteverschillen, snelheden en helling-%
brandstofverbruik in g. benzine per afgelegde km
snelheden in km/u

2m hoog			6m hoog			10m hoog			15m hoog		
75	95	115	75	95	115	75	95	115	75	95	115
42,5	47	57	42,5	47	57	42,5	47	57	42,5	47	57
43,2	47,3	58,2	44,6	47,9	60,6	46	48,6	63	47,7	49,4	66
43,2	47,3	58,2	44,6	47,8	60,6	46	48,6	63	47,7	49,4	66
43,4	47,5	57,8	45,3	48,6	59,4	47,2	49,7	61	49,6	51	63



energieverbruik hellingop, hellingaf en gemiddelde
95 km/u



Emissionen im warmen Betriebszustand (je Fzg-Kat.)

Fahrzeug- kategorie	Jahr	Verkehrs- zusammen- setzung	Kompo- nente	Ener- gie	Strassen- kategorie	Verkehrs- situation	Längs- neigung	Geschwin- digkeit	EFA
							%	km/h	g/km
Fall		luxe_w,	Emissionen im warmen Betriebszustand (je Fzg-Kat.)						
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v075	+2%	75,0	60,926
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v075	+4%	75,0	79,332
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v075	+6%	75,0	98,582
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v075	-2%	75,0	31,023
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v075	-4%	75,0	19,525
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v075	-6%	75,0	14,614
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v075	0%	75,0	42,520
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v095	+2%	95,0	62,533
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v095	+4%	95,0	78,071
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v095	+6%	95,0	98,027
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v095	-2%	95,0	34,672
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v095	-4%	95,0	22,350
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v095	-6%	95,0	12,235
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v095	0%	95,0	46,995
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v115	+2%	115,0	82,453
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v115	+4%	115,0	107,922
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v115	+6%	115,0	119,909
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v115	-2%	115,0	43,489
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v115	-4%	115,0	29,993
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v115	-6%	115,0	18,216
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	AB	X: BAB_v115	0%	115,0	56,985
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	ao	X: AO_Gefälle(LG3)	-4%	50,0	27,971
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	ao	X: AO_Gefälle(LG3)	-6%	50,0	18,465
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	ao	X: AO_Steigung(LS3)	+4%	46,2	74,894
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Benz.	ao	X: AO_Steigung(LS3)	+6%	46,2	94,215
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v075	+2%	75,0	45,949
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v075	+4%	75,0	58,348
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v075	+6%	75,0	88,709
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v075	-2%	75,0	23,783
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v075	-4%	75,0	14,016
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v075	-6%	75,0	10,194
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v075	0%	75,0	33,551
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v095	+2%	95,0	55,685
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v095	+4%	95,0	72,407
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v095	+6%	95,0	88,360
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v095	-2%	95,0	28,772
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v095	-4%	95,0	16,212
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v095	-6%	95,0	8,279
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v095	0%	95,0	41,333
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v115	+2%	115,0	76,353
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v115	+4%	115,0	104,126
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v115	+6%	115,0	105,561
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v115	-2%	115,0	35,697
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v115	-4%	115,0	21,759
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v115	-6%	115,0	12,067
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	X: BAB_v115	0%	115,0	49,635
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	ao	X: AO_Gefälle(LG3)	-4%	50,0	21,932
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	ao	X: AO_Gefälle(LG3)	-6%	50,0	14,379
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	ao	X: AO_Steigung(LS3)	+4%	46,2	68,384
PKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	ao	X: AO_Steigung(LS3)	+6%	46,2	84,309

Emissionen im warmen Betriebszustand (je Fzg-Kat.)

Fahrzeug- kategorie	Jahr	Verkehrs- zusammen- setzung	Kompo- nente	Ener- gie	Strassen- kategorie	Verkehrs- situation	Längs- neigung	Geschwin- digkeit	EFA
							%	km/h	g/km
Fall vrtwgn, Emissionen im warmen Betriebszustand (je Fzg-Kat.)									
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_gebunden	+2%	67,6	276,968
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_gebunden	+4%	54,5	387,118
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_gebunden	+6%	39,4	505,804
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_gebunden	-2%	79,0	90,707
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_gebunden	-4%	69,4	50,864
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_gebunden	-6%	49,9	55,824
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_gebunden	0%	78,7	175,355
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_gebunden	+2%	67,6	276,968
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_gebunden	+4%	54,5	387,118
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_gebunden	+6%	39,4	505,804
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_gebunden	-2%	79,0	90,707
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_gebunden	-4%	69,4	50,864
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_gebunden	-6%	49,9	55,824
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_gebunden	0%	78,7	175,355
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_gebunden	+2%	62,1	277,718
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_gebunden	+4%	51,8	391,092
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_gebunden	+6%	39,4	505,804
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_gebunden	-2%	70,4	90,702
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_gebunden	-4%	63,6	54,082
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_gebunden	-6%	49,9	55,824
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_gebunden	0%	70,3	165,684
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_gebunden	+2%	67,6	276,968
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_gebunden	+4%	54,5	387,118
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_gebunden	+6%	39,4	505,804
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_gebunden	-2%	79,0	90,707
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_gebunden	-4%	69,4	50,864
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_gebunden	-6%	49,9	55,824
LKW	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_gebunden	0%	78,7	175,355
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_gebunden	+2%	61,5	509,982
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_gebunden	+4%	46,8	775,254
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_gebunden	+6%	33,2	1040,478
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_gebunden	-2%	78,4	105,008
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_gebunden	-4%	69,4	38,709
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_gebunden	-6%	49,9	45,767
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_gebunden	0%	77,0	244,664
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_gebunden	+2%	61,5	509,982
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_gebunden	+4%	46,8	775,254
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_gebunden	+6%	33,2	1040,478
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_gebunden	-2%	78,4	105,008
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_gebunden	-4%	69,4	38,709
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_gebunden	-6%	49,9	45,767
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_gebunden	0%	77,0	244,664
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_gebunden	+2%	57,2	511,188
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_gebunden	+4%	45,2	776,497
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_gebunden	+6%	33,2	1040,478
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_gebunden	-2%	70,0	110,961
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_gebunden	-4%	63,6	44,700
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_gebunden	-6%	49,9	45,767
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_gebunden	0%	69,1	244,549
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_gebunden	+2%	61,5	509,982

Fahrzeug- kategorie	Jahr	Verkehrs- zusammen- setzung	Kompo- nente	Ener- gie	Strassen- kategorie	Verkehrs- situation	Längs- neigung	Geschwin- digkeit	EFA
							%	km/h	g/km
Fall	vrtwgn, Emissionen im warmen Betriebszustand (je Fzg-Kat.)								
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_ggebunden	+4%	46,8	775,254
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_ggebunden	+6%	33,2	1040,478
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_ggebunden	-2%	78,4	105,008
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_ggebunden	-4%	69,4	38,709
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_ggebunden	-6%	49,9	45,767
LZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_ggebunden	0%	77,0	244,664
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_ggebunden	+2%	63,6	560,053
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_ggebunden	+4%	49,3	852,389
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_ggebunden	+6%	35,0	1145,654
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_ggebunden	-2%	78,8	111,727
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_ggebunden	-4%	69,4	38,506
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_ggebunden	-6%	49,9	48,985
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_100_ggebunden	0%	78,0	268,649
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_ggebunden	+2%	63,6	560,053
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_ggebunden	+4%	49,3	852,389
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_ggebunden	+6%	35,0	1145,654
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_ggebunden	-2%	78,8	111,727
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_ggebunden	-4%	69,4	38,506
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_ggebunden	-6%	49,9	48,985
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_120_ggebunden	0%	78,0	268,649
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_ggebunden	+2%	59,0	564,180
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_ggebunden	+4%	47,5	856,430
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_ggebunden	+6%	35,0	1145,654
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_ggebunden	-2%	70,2	119,019
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_ggebunden	-4%	63,6	45,713
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_ggebunden	-6%	49,9	48,985
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_60_ggebunden	0%	69,7	268,904
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_ggebunden	+2%	63,6	560,053
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_ggebunden	+4%	49,3	852,389
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_ggebunden	+6%	35,0	1145,654
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_ggebunden	-2%	78,8	111,727
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_ggebunden	-4%	69,4	38,506
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_ggebunden	-6%	49,9	48,985
SZ	2000	D-W:Basis	mKr	Dies.	AB	AB_80_ggebunden	0%	78,0	268,649