

Energieverbrauch und CO₂-Emission der geplanten Bonner Seilbahn.

Von Dipl.-Phys. Gundolf Reichert

Technische Daten/Randbedingungen:

Die Seilbahn hat eine Leistung von **P=625 kW** oder mehr. [1]

Die Seilbahn fährt als Teilnehmer des ÖPNV mindestens von 6:00 bis 24:00 Uhr, also 18 h täglich.

Die Seilbahn benötigt eine weitere Betriebsstunde zum Hochfahren und Herunterfahren (siehe Veröffentlichungen von Doppelmayer), damit ergeben sich **19 Std. täglicher Betrieb**.

Die Seilbahn soll laut Machbarkeitsstudie S. 81 am Tag 1710 Autofahrten einsparen (beide Richtungen zusammen).

Die Fahrtstrecke über den Straßenweg vom Venusberg zum Hindenburgplatz ist ca. 5,1 km, zum UN-Campus 5,3 km, zum Bötchensee / Charles-de-Gaulle-Straße ca. 7,1 km und zum Schießbergweg 10,2 km. Geht man von gleichen Nutzerzahlen an allen Bahnhöfen aus, so ist die mittlere Straßenstrecke, die ein Seilbahnfahrer bewältigen würde, wenn er statt der Seilbahn das Auto nähme, für diese Trasse 5,2 km. Der Wert ergibt sich durch Mittelwertbildung aller n Teilstrecken zwischen allen Bahnhöfen. Die CO₂-Emission, die in Deutschland beim gegenwärtigen Energiemix bei der Erzeugung von 1 kWh entsteht, beträgt 537 g CO₂/kWh für den in Deutschland in 2017 verbrauchten Strom (Inlandssaldo).

[2]

Eine durchschnittliche Fahrt in einem Personenkraftwagen erzeugt ca. 142 g CO₂/Pkm [2]

Ein Fahrt im Linienbus erzeugt ca. 75 g CO₂/Pkm bei 21 Personen im Bus, also bei der statistischen Auslastung eines deutschen Linienbusses [3]. Bei höherer Auslastung sinkt die Emission umgekehrt proportional zur Auslastung. Beispiel: fahren 42 Personen im Bus, so ist die CO₂-Emission nur ca. 38 g pro Personenkilometer [3]

Eine Umlaufseilbahn ist ein Stetigförderer, d.h. sie fährt nicht nur bei Bedarf, sondern dauernd. Ein Passagier, der mit der Seilbahn fahren will, hat also im Prinzip nur die kurze Wartezeit, bis die nächste Gondel kommt. Das setzt aber voraus, dass während der gesamten Betriebszeit der Seilbahn das Zugseil in Bewegung ist. Damit verbraucht sie Strom, egal ob jemand mitfährt oder nicht.

Erstaunlicherweise ist der Energieverbrauch nur geringfügig von der Auslastung der Seilbahn abhängig. Das liegt daran, daß die wesentliche Reibung aus dem Seil selbst sowie den Rollenbatterien kommt und bewegte Massen in Berg- und Talfahrt sich statistisch ausgleichen. Ohnehin ist die Last durch die Passagiere klein gegen die Last aus Gondeln und Seil.

Wir wollen nun den Energieverbrauch der Seilbahn über einen Tag bestimmen und daraus die tägliche CO₂ Emissions im Kraftwerk ermitteln Dies stellen wir in Bezug zu den Autos, die zu den gleichen Zielorten, also den Seilbahnstationen, fahren.

Laut Gutachter ist mit 1.700 Fahrten täglich, d.h. 850 Autofahrern, die vom Auto auf die Seilbahn umsteigen, zu rechnen. Wir setzen die dadurch eingesparte Emission dieser Autos in Relation zur Emission, die durch die Seilbahn erzeugt wird.

Es gilt mit E: Energie [Wh], P: Leistung [W], t: Betriebsdauer [h]

$$E = P * t$$

Die Energie ist also das Produkt aus Leistung mal Zeit.

$$E = 625000 \text{ W} * 19 \text{ h} = 11.875 \text{ kWh}$$

Die CO₂-Emission dieses Energieverbrauchs ergibt nach Umweltbundesamt [2,3] für das Jahr 2017:

$$CO_2\text{-Emission bei Stromerzeugung in Kraftwerken} = \frac{537 \text{ g CO}_2}{\text{kWh}}$$

$$\text{tägliche CO}_2\text{-Emission der Seilbahn bei 19 Std. Betrieb} = 6.377 \text{ kg CO}_2$$

Was sagt dieses Ergebnis aus? Jeden Tag wird durch den Betrieb der Seilbahn in den beteiligten Kraftwerken eine CO₂-Emission von 6,37 Tonnen CO₂ erzeugt.

Was emittiert nun ein Autofahrer, der die gleichen Seilbahnstationen anfährt, im Mittel? Und was würde ein Buspassagier an Emissionen erzeugen, wenn der Bus an den Seilbahnstationen hielte?

CO₂-Emission des Autos:

$$CO_2\text{-Emission} = 5,2 \frac{\text{km} * 139 \text{ g CO}_2}{\text{Pkm}} = 723 \text{ g CO}_2$$

Ein einzelner Autofahrgast emittiert also auf dem gleichen mittleren Weg 723 g CO₂. Berücksichtigt wurde hier das statistische Auto des Umweltbundesamtes.

Teilen wir nun die Tagesemission der Seilbahn durch die Emission eines mittleren Autos, so erhalten wir:

$$\text{Anzahl Autos, die die gleiche Emission erzeugen} = \frac{6377 \text{ kg CO}_2}{0,723 \text{ kg CO}_2} = 8.820$$

Es können also 8.800 Autos mit nur 1 Person besetzt diese Strecken befahren, bis die gleiche Emission erzeugt wird wie durch die Seilbahn. Der Gutachter Dr. Baum hat in der Machbarkeitsstudie festgestellt, dass ca. 1710 Fahrten pro Tag vom Auto auf die Seilbahn verlagert werden können (ohne Zwangsmaßnahmen wie Parkraummanagement). Dann würde die Seilbahn aber eine zusätzliche Emission erzeugen, als würden 7100 weitere Autos auf diesen Strecken herumfahren.

Man kann also nicht von einem ökologischen Vorteil der Seilbahn reden, im Gegenteil, sie erzeugt Emissionen, die 5 mal so hoch wie die der eingesparten 1710 Autos wären.

Nun rechnen wir das gleiche für den Buspassagier.

Omnibus: es ergibt sich für die CO₂-Emission pro Fahrgast:

Dabei wird ein mittlerer Bus mit ca. 21 Fahrgästen angenommen, keinesfalls ein voller Bus.

$$\text{Anzahl Buspassagiere, die die gleiche Emission erzeugen} = \frac{6377 \text{ kg CO}_2}{0,390 \text{ kg CO}_2} = 22.150$$

Beim Bus ist es also noch krasser: Bei einem mit nur 21 Passagieren besetzten Bus wäre die Seilbahn erst im Vorteil, wenn mehr als 22.000 Passagiere pro Tag mit der Seilbahn befördert würden.

Fazit: Nicht der *Umstieg der Autofahrer auf die Seilbahn ist wünschenswert*, sondern umgekehrt eher der Umstieg von der Seilbahn auf das Auto oder noch besser auf ein mehrfach besetztes Auto. Am Besten ist natürlich der Bus, der von der Bonner Seilbahn bei den vorliegenden Emissionen und Verkehrszahlen niemals eingeholt werden wird.