

Nachhaltigkeitsbetrachtung des Betriebs der BUGA23-Seilbahn

In Mannheim findet vom 14.04.2023 bis zum 08.10.2023 die Bundesgartenschau statt, zu der insgesamt über zwei Millionen Besucher erwartet werden. Am 09.07.2023, wenige Tage vor der Halbzeit, verkündete die BUGA-Gesellschaft bereits den 1-millionsten Besucher.¹ Die Abwicklung der Besucherströme zwischen den beiden Veranstaltungsorten Luisenpark und Spinelli erfolgt mittels Seilbahn der Firma Doppelmayr. Sie ist Mittelpunkt eines effektiven, umweltbewussten und umfassenden Verkehrskonzepts der „nachhaltigsten BUGA aller Zeiten“.² Die Hochschule Darmstadt wurde beauftragt, den Betrieb der Seilbahn auf seinen Beitrag zu einem klimafreundlichen Verkehrskonzept zu untersuchen und zu bewerten. Hierzu wird unter anderem der CO₂-Fußabdruck für den Betrieb überschlägig ermittelt und mit dem von alternativen Verkehrssystemen verglichen und bewertet.

Bestandsanalyse ÖPNV

In einem ersten Schritt wurde der bestehende öffentliche Nahverkehr im Umfeld der BUGA-Mannheim analysiert. Im Fokus stand die Frage „Welche bestehenden Bus- und/oder Straßenbahnenlinien würden sich prinzipiell eignen, um die beiden Veranstaltungsorte miteinander zu verbinden und welche Kapazitäten weisen sie auf?“

Die einzige relevante Verbindung erfolgt über die Nutzung der Tramlinie 6 und der Buslinie 50 mit Umstieg an der Haltestelle Neuostheim. Stichpunktartige Erhebungen am 06.04.2023, vor Beginn der BUGA, jeweils zu den Spitzentunden, ergaben eine maximale Restkapazität von etwa 300 pphpd (Personen pro Stunde pro Richtung). Diese würde im maßgebenden Spitzfall nur etwa 10% des im Verkehrskonzept angesetzten maximalen Besucherverkehrs von 2.800 pphpd³ abdecken. Diese Verbindung verkehrt zudem nicht nach 19:15 Uhr. Die drei entsprechenden ÖPNV-Haltestellen dieser Verbindung sind barrierefrei ausgebaut. Andere Verbindungen waren für den Besucherverkehr entweder grundsätzlich unattraktiv (d.h. mehr als ein Umstieg je Weg oder Fahrtzeit >20 min) oder für die konstante Abwicklung ungeeignet (keine Abdeckung an allen Wochentagen). Da der bestehende ÖPNV somit keinen nennenswerten Beitrag zum Verkehrskonzept der BUGA leisten kann, wird er aus der weiteren Betrachtung ausgeklammert.

Analyse des CO₂-Fußabdruckes des Seilbahnbetriebs

Die tatsächlichen Fahrgastzahlen werden direkt an den Seilbahnstationen über eine Zähleinrichtung erhoben. Der Hochschule Darmstadt wurden diese Zähldaten beginnend vom offiziellen Start der BUGA, am 14.04.2023 und bislang einschließlich dem 01.06.2023

¹ <https://www.buga23.de/pm-1007231/>

² <https://www.buga23.de/beste-aussichten/>

³ <https://www.buga23.de/die-parks/seilbahn/>

je Richtung und Tag bereitgestellt. In diesem Betrachtungszeitraum (49 Tage) sind durchschnittlich 7.200 Personen pro Tag pro Richtung mit der Seilbahn gefahren. Zur bisherigen absoluten Spitzenstunde (10:45 Uhr bis 11:45 Uhr, 18.05.2023, gesetzlicher Feiertag „Christi Himmelfahrt“) wurden 1.763 Fahrgäste vom Luisenpark zum Spinelli-Gelände befördert. Der 18.05.2023 war zugleich der höchstfrequentierte Tag: Es wurden insgesamt 15.135 Personen vom Spinelli-Park zum Luisenpark und 14.073 Personen vom Luisenpark zum Spinelli-Park befördert. Zusätzlich wurde von der Firma Doppelmayr im gesamten Betrachtungszeitraum der tatsächliche Energieverbrauch (kWh) je Tag erfasst und bereitgestellt. Der durchschnittliche tägliche Energieverbrauch des Seilbahnbetriebes beläuft sich auf 2.324 kWh. Nach Angaben von BUGA und Doppelmayr wird die Seilbahn mit 100% Ökostrom betrieben. Laut zusätzlich herangezogener Literatur über das Umweltbundesamt^{4, 5}, kann für Ökostrom, also durch erneuerbare Energiequellen erzeugter Strom, ein spezifischer CO₂-Fußabdruck von 30,41 gCO₂/kWh angesetzt werden.

Anhand der vorliegenden Informationen und Literatur des Umweltbundesamtes konnte für den Betrieb der Seilbahn der Energiebedarf je einfacher Fahrt und je Person (im Folgenden mit „je Beförderung“ abgekürzt) sowie überschlägich der CO₂-Fußabdruck je Beförderung im Betrachtungszeitraum (49 Tage) errechnet werden. Der Energiebedarf je Beförderung liegt bei 0,161 kWh. Der CO₂-Fußabdruck liegt je Beförderung bei 4,91 g.⁶ Es ergibt sich somit ein Gesamt-CO₂-Fußabdruck für den Betrachtungszeitraum von 3,46 t.

Vergleich mit fiktiver Elektrobus-Alternative („E-Bus“)

Um einen Vergleich mit der Verkehrslösung „E-Bus“ durchzuführen, werden entsprechend der Seilbahn adäquate Werte angenommen und untersucht. Zunächst wird die fiktive Annahme getroffen, dass eine Busverbindung den Designwert von 2.800 pphpd während der gesamten BUGA-Öffnungszeit leisten muss. Für die Ermittlung der Anzahl an benötigten Busfahrten werden E-Busse mit einer Länge von 18 Meter und einer Kapazität von 130 Personen angesetzt. Auf der 5,3 km langen Strecke (siehe Abbildung 1), die der E-Bus fahren müsste, um den Designwert zu erreichen, wäre ein 3 Minutentakt notwendig. Zur Gegenüberstellung des CO₂-Fußabdruckes im Betrieb wird angenommen, dass die E-Busse mit dem gleichen Strommix betrieben werden wie die Seilbahn.

⁴ <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-der-spezifischen-kohlendioxid-8>

⁵ <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/marktanalyse-oekostrom-ii>

⁶ Fahrgastaufkommen und Energieverbrauch BUGA Mannheim, Doppelmayr
Mit Berechnung aus:

Anhang 2: Aus der Bruttostromerzeugung berechneter Stromverbrauch (S.30)

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-der-spezifischen-kohlendioxid-8>

Tabelle 39: Wirkung der Wahl des Emissionsfaktors bei der Bilanzierung von Ökostrom in Deutschland
THG-Emissionen inkl. Vorkette [gCO₂Äq/kWh] (S.328)

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/marktanalyse-oekostrom-ii>

Es errechnet sich für den betrachteten Zeitraum überschlägich ein Energiebedarf je Beförderung von 0,53 kWh. Demzufolge würde der CO₂-Fußabdruck je Beförderung bei 16,13 g und insgesamt bei 11,38 t liegen.⁷

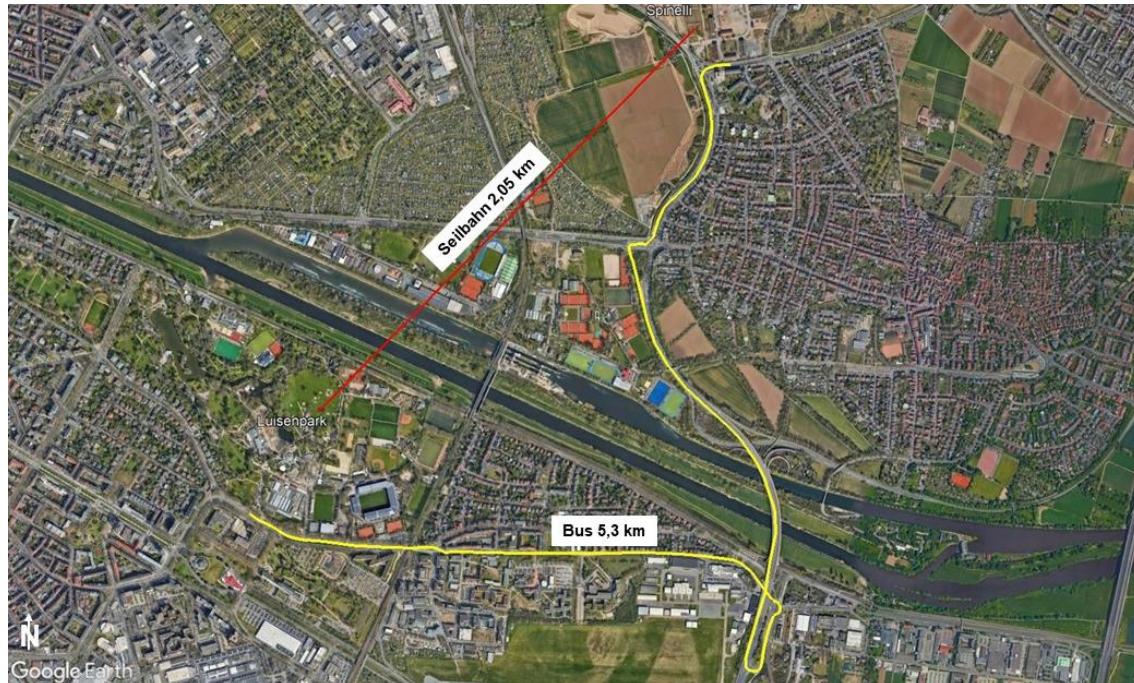


Abbildung 1: Übersichtskarte; Seilbahntrasse versus fiktive Bustrasse⁸

Vergleich mit fiktiver Diesel-Bus-Alternative

Ergänzend zum Vergleich mit E-Bussen wurde nach derselben Methodik ein Vergleich mit Bussen mit Dieselantrieb durchgeführt. Die Länge der Busse, Kapazität und das entwickelte Szenario entsprechen denen von den betrachteten E-Bussen. Es ergeben sich für den betrachteten Zeitraum überschlägich ein Energiebedarf je Beförderung von 1,01 kWh und ein CO₂-Fußabdruck je Beförderung von 332,58 g. Der Gesamt-CO₂-Fußabdruck läge mit 234,68 t etwa 68-mal höher als bei der Seilbahn und 21-mal höher als bei Elektrobussen.

Bei dem in diesem Papier getätigten Systemvergleich muss beachtet werden, dass der Betrachtungszeitraum nur eine Teilbetrachtung der gesamten Laufzeit der BUGA darstellt. Ungenauigkeiten durch Schwankungen im Energiebedarf und den Beförderungen können auftreten.

⁷ Fahrgastaufkommen und Energieverbrauch BUGA Mannheim, Doppelmayr
Mit Berechnung aus:

Anhang 2: Aus der Bruttostromerzeugung berechneter Stromverbrauch (S.30)

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-der-spezifischen-kohlendioxid-8>

Tabelle 39: Wirkung der Wahl des Emissionsfaktors bei der Bilanzierung von Ökostrom in Deutschland
THG-Emissionen inkl. Vorkette [gCO₂Äq/kWh] (S.328)

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/marktanalyse-oekostrom-ii>

⁸ Kartengrundlage: Google Earth, bearbeitet

Außerdem muss bei einer detaillierteren Gegenüberstellung ein umfassendes Shuttle-Bus-Betriebskonzept berücksichtigt werden. Bei diesem hier getätigten Vergleich wurde vernachlässigt, dass der Bus noch eine Wendeschleife fahren muss und in Zeiten von schwacher Nachfrage eine Ausdünnung des Taktes erfahren würde. Beispielsweise besteht ein Shuttle-Bus-Angebot der Rhein-Neckar-Verkehr GmbH (rnv) von den Parkflächen am Maimarktgelände zum Haupteingang am Spinelli-Park.

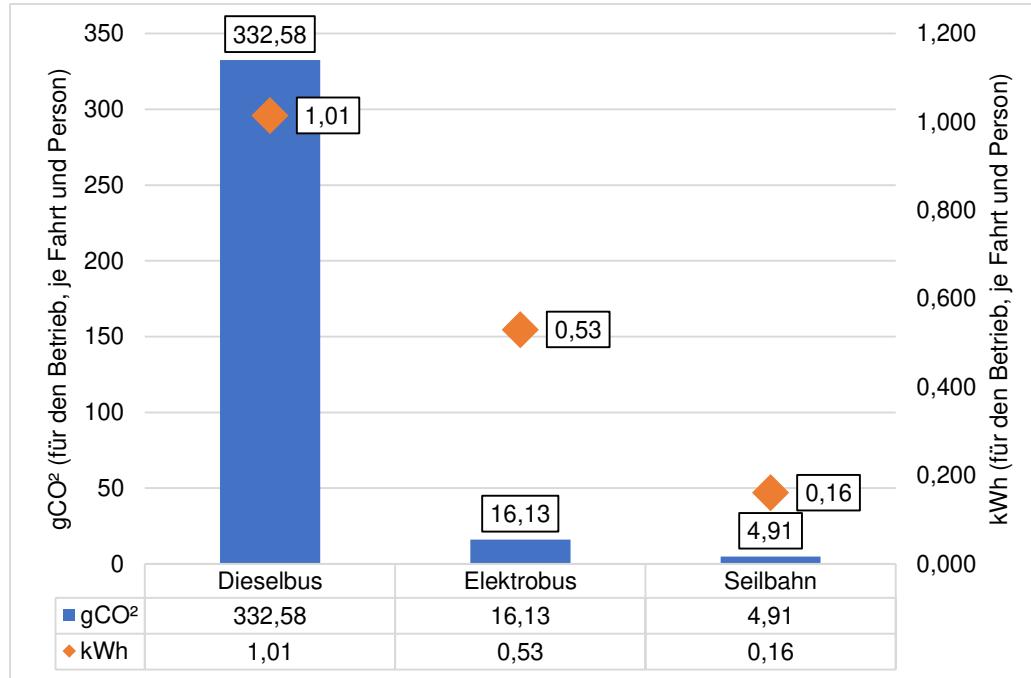


Abbildung 2: Vergleich der Personenbeförderungssysteme (Szenario: Bereitstellung von 2.800 pphpd, Seilbahntrasse 2,05 km, Bustrasse 5,3 km)

Ausblick

Im weiteren Verlauf der Untersuchungen wird die Möglichkeit der Einrichtung eines autonomen Shuttle-Busverkehrs zur Abwicklung des Personen-Binnenverkehrs geprüft. Im Zuge dessen, aber auch zum Abgleich einer Realisierbarkeit von Bus-Alternativen, werden bereits stark belastete Knotenpunkte, welche auf der Bus-Route liegen, auf ihre zusätzliche Belastbarkeit untersucht. Ein abschließender Bericht, welcher die Ergebnisse der Untersuchungen vollumfassend beinhaltet, wird nach Ende der BUGA erstellt.

Kontakt

Hochschule Darmstadt | Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwesen
 Haardtring 100 | 64295 Darmstadt
<https://fbbu.h-da.de/forschung/projekte/urbane-seilbahnen>
 Prof. Dr.-Ing. Jürgen Follmann
 Professor für Verkehrswesen
juergen.follmann@h-da.de
 Thomas Marx M.Eng.
 Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Lehrbeauftragter
thomas.marx@h-da.de