Eine umweltfreundliche U-Bahn für Hamburg ?

Stehen Mobilitätswende und Klimaschutz im Widerspruch?

Abb. 1: Hamburger Hochbahn AG

A. Allgemeiner Teil

Hamburger U-Bahn-Planungen - eine Mobilitätswende wohin?

1. Die Problemstellung

„Die neue U-Bahnlinie U5 ist ein zentrales Projekt des Senats, um die Mobilität und den Klimaschutz in Hamburg zu verbessern",

so preist der 1. Bürgermeister Tschentscher den geplanten Bau der U5 in der großen PK am 16.12.2020.

Und der Verkehrssenator Anjes Tjarks lobt das Projekt auf der PK der Hochbahn am 19.08.2021*:*

„Mit der U5 schaffen wir ein attraktives Angebot im Umweltverbund, das in mehrfacher Hinsicht auf die Mobilitätswende einzahlt: Es gibt kein anderes Verkehrsmittel, das wie U- oder S-Bahn dazu in der Lage ist, außerordentlich große Fahrgastmengen emissionsarm und klimaneutral zu transportieren.“

Welche Belege haben Senator und Bürgermeister für Ihre Statements?
Wir haben die mehr als 10.000 Seiten langen Planungsunterlagen der Hochbahn und die Beschlussvorlagen des Senats an die Bürgerschaft für die U5-Ost (Bramfeld bis City-Nord) sowie auch die offiziellen Verlautbarungen, Senatsvorlagen usw. systematisch nach Hinweisen auf die Thematik durchforstet:
Es findet sich dort an keiner Stelle eine Berechnung, Einschätzung oder Abwägung der Klimarelevanz, der CO_2-Emissionen durch das gewaltige Bauvorhaben und/oder der Höhe der CO_2-Einsparungen durch den Betrieb der U-Bahn.
Im UVP-Bericht[1]) kommen die Worte „CO_2“ und Klima nicht vor.

Nach dem Vorbild der Berliner Studie von Dittmer, Geraetz, Schwipps [2]**)** haben wir alle für das Bauvorhaben der 5,8 km langen U5-Ost verfügbaren Daten (Beton- und Stahlmengen, Abraum- und Baustoffbewegungen, Energieaufwand usw.) zusammengetragen[3]) und einen **„Ökologischen Fußabdruck“** des Bauvorhabens erstellt. Diese Zahlen haben wir dann auf die 19,2 km lange U5-Mitte (City Nord bis Stellingen) linear extrapoliert.

Aus der Summe der Teilvorhaben ergaben sich für dieses zentrale Hamburger Verkehrsprojekt CO_2-Emissionen in Höhe von 10,2 Mio. t - und dies in einer Zeit, in der die Hansestadt lt. eigenem *Klimaplan von 2019 bis 2030* insgesamt ca. 7 Mio. t CO_2 (einsparen will bzw. muss[4]).
Bei realistisch geschätzter Gesamtbauzeit von 8 Jahren emittieren die Bauarbeiten allein an der U5-Ost bis 2030 jährlich ca. 400.000 t CO_2 zusätzlich.

2. Die Vorgaben des Bundesverfassungsgerichts

Das Bundesverfassungsgericht hat mit seinem Beschluss vom 24.03.2021 alle staatlichen Stellen verpflichtet, planvoll darauf hinzuwirken, dass alle staatlichen Maßnahmen unter der Nebenbedingung der Einhaltung der Begrenzung der globalen Jahresdurchschnittstemperatur auf unter 2° C, möglichst auf max. 1,5° C, zu beurteilen und durchzuführen sind [5]).

Der Beschluss erweitert den Geltungsbereich des Klimaschutzziels über die hoheitlich, administrative Ebene autonomen staatlichen Planungsrechts hinaus in die persönliche Ebene des vom Grundgesetz geschützten unveräußerlichen Grundrechts auf Schutz von Leben und Gesundheit (Art. 2) und klärt die Bedeutung des Staatsziels „Klimaschutz“ nach Art. 20a für den Schutzauftrag des Staates nach Art. 2. Es verbindet den Klimaschutz untrennbar mit dem Grundrecht nach Art. 2 und verleiht damit jedem Bürger einen Anspruch auf

[1]) Umweltverträglichkeitsprüfung gemäß gem. UVPG

[2]) Matthias Dittmer, Frank Geraets, Axel Schwips, Die Klimabilanz der Berliner U-Bahn- und Straßenbahnplanungen, veröffentlicht im Selbstverlag www. Klimabilanz-ubahn-tram.de – nachfolgend „Berliner Studie“ benannt

[3]) Grundlage waren die von der Hochbahn im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens öffentlich ausgelegten Planungsunterlagen aus 2019 und 2020 (1.Nachtrag), Ausschreibungstexte der Hochbahn, im Internet veröffentlichte Verlautbarungen der Hochbahn und des Senats, Senatsvorlagen an die Bürgerschaft zur U5 und Presseveröffentlichungen

[4]) Wozu Hamburg selbst aber nur 4 Mio. t beitragen wird. Ca. 3 Mio. kommen aus der fortschreitenden «Ökologisierung» des bundesweit bezogenen Hamburger Stromverbrauchs.

[5]) BVerfG, Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021 - 1 BvR 2656/18 -, Rn. 1-270)

Schutz vor den Gefahren des Klimawandels, ja sogar für zukünftige Bürger. Es verpflichtet den Staat bei der Ausübung seiner Hoheitsrechte zur abwägenden Einbeziehung dieses Rechts: Dies „… genießt keinen unbedingten Vorrang gegenüber anderen Belangen, sondern ist im Konfliktfall in einen Ausgleich mit anderen Verfassungsgütern …“ zu bringen[6])

Nach diesem Beschluss des BVerfGs wird eine Kommune wie die Hansestadt nun nicht mehr einwenden können, dass – wie hier vorliegend durch den Bau der U5-Ost - ca. 65% der verursachten Zusatzemissionen die Hamburger Klimabilanz nicht beeinflussen, weil etwa die Beton- oder Stahlwerke, die die Baustoffe herstellen und bis zur Stadtgrenze transportieren, oder die Kraftwerke, die den benötigten Strom erzeugen, nicht im Stadtgebiet ansässig und daher nach geltenden Bilanzierungsregeln nicht zu berücksichtigen sind.

Die Bundesregierung hat umgehend nach diesem Beschluss die Eckdaten ihres Klimaschutzgesetzes wie folgt verschärft: Klimaneutralität schon 2045 (nicht erst 2050) und Zwischenstand 2030 Rest-Emissionen nur noch 35% auf Basis 1990 (nicht 45%).[7])

3. Der Hamburger Klimaplan 2019 (Fortschreibung)

Damit ist auch **der derzeit noch geltende Hamburger Klimaplan aus dem Jahre 2019** eigentlich schon wieder überholt, da er nur die schwächeren Ziele der vorher gültigen nationalen Ziele des Klimaschutzgesetzes des Bundes vom 18.12.2019 umsetzt.

Dieser – derzeit noch gültige – Hamburger Plan sieht eine Verringerung der jährlichen CO_2-Emissionen der Hansestadt ab dem Jahr 2018 bis 2030 (13 Jahre) von 16,4 Mio. t auf 9,3 Mio. t, also um 7,1 Mio. Jahres-t vor.[8]) In gleiche Jahresraten aufgeteilt, müsste somit ab 2018 die CO_2-Gesamt-Emission Hamburgs um ca. 545 Kilo-t auf ca. 15,85 Mio. Jahres-t, ab 2019 ebenso um 545 Kilo-t auf ca. 15,3 Mio. Jahres-t, 2020 auf 14,75 Mio. Jahres-t usw. gesunken sein [9]) und in den kommenden Jahren im gleichen Tempo weiter reduziert werden.

Der Beitrag des sog. *Hamburger Maßnahmenmixes* für die Gesamtreduktion, wie der Hamburg-eigene Beitrag zur CO2-Reduktion benannt wird, soll lt. Hamburger Klimaplan bei ca. 4,1 Mio. Jahres-t mithin bei knapp 60% der Gesamtreduktion liegen[10])**,** was umgerechnet in gleiche Jahresschritte 315.000 t zusätzliche Einsparung Jahr für Jahr erfordert. Die übrigen Einsparungen von insgesamt ca. 3,0 Mio. t CO_2 hofft man durch die weiterschreitende Dekarbonisierung des sog. Bundesstrommix - gleichsam nebenbei im Zuge des durch Hamburger Haushalte und Betriebe aus dem bundesweiten Stromnetz bezogenen Strombedarfs - zu erreichen.

Wenn also ein großer Teil der im Klimaplan 2019 verpflichtend vorgesehenen und für die Erreichung der nationalen Klimaziele unverzichtbaren Reduktionen allein durch dieses einzelne U-Bahnbauvorhaben durch zusätzliche CO_2-Emissionen erheblich oder sogar gänzlich konterkariert werden, wäre das Grundrecht nach Art. 2 jedes einzelnen Bürgers dieser Republik verletzt.

4. Emissionen der U-Bahn-Baumaßnahmen

In dieser Studie wird gezeigt werden, dass allein für die 5,8 km lange Strecke der U5 Ost die von Baumaßnahmen induzierten zusätzlichen Verkehre, der fossile und elektrische Energiebedarf der eingesetzten Baumaschinen und die Erzeugung der für die Erstellung der Bauwerke (Tunnel, Brücken, Haltestellen) verwendeten Massen an Baustoffen und Material mindestens zu einer zusätzlichen Emission von CO_2 in der Größenordnung von insgesamt 2,365 Mio. t CO_2 führen wird und - hochgerechnet - von 10,2 Mio. t CO_2 für die gesamten 25 km der kompletten Strecke der U5.[11])

---

[6]) BVerfG, Beschluss vom 24.03.2021 s.o. Leitsätze Ziff.2a

[7]) Klimaschutzgesetz 2021 des Bundes, beschlossen vom Bundestag am 24.06.2021, vom Bundesrat am 25.06.2021

[8]) Erste Fortschreibung des Hamburger Klimaplans von 2019 (nachfolgend „Klimaplan 2019" benannt) S.15ff – In 2019 wurde nach den vorläufigen Zahlen der Verursacherbilanz mit 15,5 Mio. t CO2 das Ziel erreicht. Den Hauptverdienst hierfür ist allerdings nicht dem Hamburger Beitrag sondern dem Bundesstrommix zuzuordnen.

[9]) Aus Gründen des Zeitbedarfs für die statistische Erfassung und Verarbeitung liegen aktuelle Zahlen für diese Jahre noch nicht vor.

[10]) Klimaplan 2019, S.16, insb. Tabelle 6

[11]) diese Studie „Ergebnis“ S.17

Die Bauzeit für die U5-Ost wird nach sorgfältiger Auswertung der Angaben der Hochbahn in den Planungsunterlagen, insbesondere des Erläuterungsberichts, mindestens 8 Jahre betragen [12]), sodass unter der Annahme einer gleichmäßigen Verteilung aller Vorgänge des Baugeschehens über diesen Zeitraum allein durch dieses Bauvorhaben eine zusätzliche durchschnittliche jährliche CO_2-Emission von ca. 300.000 t CO_2 induziert wird. Diese teils „exportierten Sekundäremissionen“ neutralisieren komplett den gesamten Beitrag des *Hamburger Maßnahmenmix* zu allen CO_2-Einsparungen des geltenden Hamburger Klimaplans.

Für die 19,2 km verbleibende Strecke des Gesamtprojekts U5, die sog. U5-Mitte von der City-Nord bis zu den Stadien, gibt es noch keine belastbaren Zahlen für den Baubeginn und die Bauzeitenplanung. Eine realistische Schätzung könnte bei etwa 16 Jahren liegen, womit – bei wiederum gleichmäßiger Verteilung – durch die insgesamt 7,8 Mio. t CO2, verursacht durch das damit verbundene Baugeschehen, 16 Jahre lang jährlich ca. 485.000 t CO_2 zusätzlich in die Atmosphäre geblasen werden, das 1,5-fache des jährlichen Beitrags des *Hamburger Maßnahmenmix* zur CO_2-Reduktion.

5. Der ökologische Fußabdruck muss schnell reduziert werden

Dies alles vollzieht sich ausgerechnet in dem Zeitraum zwischen 2022 und ca. 2045. Das ist der Zeitraum, der besonders kritisch ist für die Erreichung der global angestrebten Klimaneutralität.

Nach dem Beschluss des Bundesverfassungsgerichts kann sich die Hansestadt und die zuständige Genehmigungsbehörde allerdings rechtlich nicht mehr darauf berufen, dass die klimaschädlichen Emissionen, die durch die für den Bau der U5-Ost zu produzierenden ca. 1,8 Mio. t Beton und ca. 76 Kilo-t Stahl[13]**)** verursacht werden,

- einerseits nicht in Hamburg, sondern andernorts hergestellt werden und damit nicht zu Lasten der Hansestadt und ihrer Klimabilanz gingen
- und andererseits diese z.B. für die Hamburger U5-Ost produzierten Materialmengen für andere Bauvorhaben Verwendung finden würden, wenn sie nicht in Hamburg verbaut würden und
- in jedem Fall diese Emissionen von der Kommune „klimabilanztechnisch“ zu managen wären, in deren Gemarkung produziert wird.

Der Leitsatz 2a. dieses Beschlusses verpflichtet den Staat zur Abwägung verschiedener Rechtsgüter und das zunehmend unter stärkerer Beachtung und Gewichtung des Ziels der Klimaneutralität je mehr der Klimawandel voranschreitet. Eine solche klimabezogene Abwägung, die im Fall des Baus der U5-Ost auch die Einbeziehung von Alternativen zur Erreichung des Ziels der „Verbesserung der Mobilität und des Klimaschutzes“ (s.o. Bürgermeister Tschentscher) erfordert hätte, hat bisher an keiner Stelle des Planungsprozesses eine Rolle gespielt, obwohl mit dem Konzept einer Stadtbahn eine solche Alternative zur Verfügung stände, deren Klimabilanz nahezu zigfach besser ausfällt[14]).

Auch Hamburg wird – ebenso wie die Bundesregierung – seine klimapolitischen Ziele aufgrund des Gerichtsurteils noch verschärfen müssen, **wodurch die schadenstiftende Wirkung der Bauvorhaben U5-Ost und U5-Mitte auf die Erreichung dieser Ziele noch schwerer ins Gewicht fällt.**

6. Emissionen der U-Bahn in der Betriebphase

Wenn schon die Erstellung der Bauwerke für die U-Bahnen U5-Ost und U5-Mitte in den Jahren 2022 bis 2045 mit einer so gewaltigen Zusatzlast an CO_2-Emissionen für die Atmosphäre verbunden sein wird, **kann dann wenigstens der laufende Betrieb der U-Bahnen nach Fertigstellung der Bauwerke einen spürbaren Beitrag zur Einsparung/Reduktion der menschengemachten Treibhausgasemissionen leisten?**

Abgesehen davon, dass ein solcher Beitrag mit seinem „Löwenanteil“ erst mit der Inbetriebnahme der U5-Mitte ab ca. 2045 erbracht werden könnte, zu einem Zeitpunkt, an dem die Klimaneutralität aller Verkehrsteilnehmer gemäß

[12]) siehe im Amtsblatt veröffentlichte Planunterlagen der Hochbahn für die U5-Ost sowie NeR 11 hier im Anhang

[13]) siehe diese Studie unten Übersicht „Emissionen aus Materialherstellung“, S.12

[14]) Berliner Studie, S.4 und S.14ff

aller seriöser Berechnungen bereits erreicht sein muss, und damit ein Umstieg z.B. vom Pkw auf die Schiene keinerlei Auswirkung mehr auf das Klima haben wird, muss die Antwort auch unter der Annahme heutiger Emissionen für Pkw und Bahn heißen:

Leider ist dem nicht so! Das von Politikern gern bemühte Ziel der CO_2-Einsparung durch die massenhafte Verlagerung des Verkehrs von der Straße auf die Schiene durch die zusätzlichen Angebote von U-Bahnlinien und schnelleren U-Bahn-Takten hält einer nüchternen Überprüfung nicht stand.

Schon die Berliner Studie von Dittmer u.a. hat für Berlin nachgewiesen, dass die dort geplanten U-Bahn-Bauvorhaben erst nach ca. 100-200 Jahren durch den Betrieb der Bahnen so viel CO_2 eingespart, also „amortisiert" haben werden, wie durch die Bauvorhaben zusätzlich emittiert wurden.

Abgesehen von der anderen Auslegung des von den Autoren für diesen Vorgang verwendeten Begriffs der „Amortisation"[15]), liefert diese Kennzahl doch einen guten Maßstab für den ökologischen Wert einer Maßnahme, den „Ökologischen Fußabdruck".

Wir werden in dieser Studie zeigen, dass diese „Amortisationszeit" für die Hamburger U5 um ein Vielfaches höher liegt als die der Berliner U-Bahnen. Eine solche U-Bahn kann daher letztlich als ökologisch wertlos bezeichnet werden. [16])

7. **Klimaplan 2019 und das U5-Projekt : Der Widerspruch**

Im konkreten Handeln des Hamburger Senats[17]) sind die Vorgaben des Klimagesetzes des Bundes trotz Landesklimaplans noch nicht angekommen. Hiernach müsste es doch als eherner Grundsatz der strategischen Ausrichtung der Transformationspfade hin zu einer Klimaneutralität gelten, dass mit den unbestreitbar notwendigen Investitionen für die Erreichung dieses Ziels in den nächsten 25 Jahren bei der Abwägung zwischen alternativen Verkehrssystemen die Wahl nicht auf CO_2-lastige Maßnahmen fällt, deren extrem negative Auswirkung auf das Klima durch spätere Einsparungen erst nach Jahrhunderten neutralisiert werden können.

In den Planungsunterlagen[18]) der Hochbahn für den Bau der U5-Ost tauchen Überlegungen zur CO_2-geprägten Klimaschädlichkeit der Baumaßnahmen oder des möglicherweise klimafreundlichen Impacts der Betriebsphase nicht auf.[19]) Eine sorgfältige Abwägung zwischen dem Bau einer U-Bahn und den verfügbaren Alternativen - insbesondere der Stadtbahn – wurde nicht vorgenommen.

Es ist nun von der Planfeststellungsbehörde - als Genehmigungsbehörde für das derzeit gerade bei ihr zur Entscheidung befindliche Planvorhaben U5-Ost - zu fordern, dass sie die Leitsätze des Beschlusses des BVerfGs vom 24.03.2021 bei ihren Überlegungen berücksichtigt und die Ergebnisse dieser Studie[20]) in eine kritische Bewertung des Planvorhabens einbezieht. Das Urteil bindet staatliches Handeln universell und unmittelbar. Eine neue rechtliche Einordnung des Schutzgutes „Mensch" nach § 1 des BImSchG und nach § 2 des UVPG wird unumgänglich notwendig werden.

Dabei wird es aber nicht nur um die Gesamtbilanz von baubedingten Emissionen und betriebsbedingte Amortisation gehen. Die Geschwindigkeit der Rückführung der gesamten Hamburger CO_2-Emissionen bis hin zur Klimaneutralität wird in den kommenden Jahren eine entscheidende Rolle spielen, damit das Ziel der Klimaneutralität erreicht werden kann.

---

[15]) Berliner Studie S.4 - Dieser von den Autoren als begrifflich als „Amortisation" eingeordnete Vorgang hat konzeptionelle Schwächen, da durch die für 2045 auf Jahresbasis angestrebte „Klimaneutralität" nicht gewährleistet wird, dass dem kurzfristig durch das Bauvorhaben erfolgten „Aufbau" von zusätzlichen CO_2 in der Atmosphäre ab Fertigstellung und Inbetriebnahme der U-Bahn ein sich langfristig vollziehender Abbau erfolgt. Die positiven Erträge der Betriebsphase werden „vereinnahmt", ohne die „Kosten" der Bauphase abzutragen.

[16]) Die Berliner Autoren stützen ihre Berechnungen ausschließlich auf die CO_2-Emissonen, die durch die Herstellungsprozesse von den Beton- und Stahlmengen und deren Einbau verursacht werden, die beim Bau der alternativen Verkehrsmittel zum Einsatz kommen.

[17] ...und seiner ausführenden städtischen Betriebe, wie z.B. die Hochbahn AG

[18]) insbesondere Erläuterungsbericht und UVP-Bericht

[19]) Dies ist insofern nachvollziehbar, weil die Planungen in eine Zeit fallen, in der Klimaschutz noch nicht als universell verpflichtendes Ziel jeglichen staatlichen Handelns identifiziert und definiert war.

[20] … und anderer einschlägiger Quellen, wie z.B. die Berliner Studie

8. Die Alternative: Eine Stadtbahn

Eine Stadtbahn in Hamburg als Alternative verursacht nicht nur in der Bauphase ca. 1/40 der Emissionen einer U5-Ost[21]), sie kann auch in 1/5 der Bauzeit zu einem Zeitpunkt bereits einsatzbereit sein, zu dem die U-Bahnbauer noch das Wasser aus den Baugruben pumpen.

Für die gleichen Kosten kann ein 10-fach längeres und deutlich enger geknüpftes Netz ein Vielfaches der Fahrgäste von der Straße auf die Schiene holen.

Das wären dann aber nicht nur deutlich mehr Autofahrer, die ihr Fahrzeug stehen lassen könnten, sondern es würde auch vielen Radfahrern ermöglichen, in Kombination mit einer Stadtbahn, schneller in die Stadt zu gelangen.
Da eine Niederflur-Stadtbahn eine nur rund 20 cm hohe Einstiegsebene aufweist, ließen sich sogar problemlos die schweren E-Bikes mitnehmen. Für eine Stadt, die fahrradkompatible ÖPNV-Systeme anstrebt anzubieten, ist eine solche harmonisierende Kombination der ÖPNV-Systeme unverzichtbar.
Eine Fahrradmitnahme in einer U-Bahn ist während der Hauptverkehrszeiten aus Sicherheitsgründen undenkbar. Die mitgenommenen Fahrräder würden im Fall einer schnellen Evakuierung eine unzulässige und gefährliche Sperrwirkung verursachen.

Kann man die Entstehungsgeschichte der Planungsunterlagen der U5-Ost noch dem Vor-Klimaplan-Zeitalter zuordnen, wodurch die bestehenden Mängel zu mindestens erklärbar erscheinen, sollte doch der Hamburger Klimaplan selbst in seinen Kalkulationen für Beiträge der verschiedenen Sektoren zu den erforderlichen Klimareduktionen realistische Daten ausweisen.

Für den ÖV[22]) werden jedoch mit CO_2- Einsparungen von 360.000 t für die Verlagerung des MIV[23]) auf die Schiene und von 261.000 t für die Verbesserung der Stromqualität Zahlen vorgegeben, die vollkommen unrealistisch sind.[24])
Hier schlägt sich in den Zahlenangaben ein weiteres Mal die komplette Überschätzung der klimabezogenen Wirkung von Maßnahmen im Bereich des ÖPNV - vor allem durch den Bau einer U-Bahn - auf und durch die Verkehrsverlagerung nieder.

[21]) Mit dem Bauwerk der U5 werden je km Trasse im Durchschnitt rund 400 Kilo-t CO_2 emittiert. Mit 1 km Stadtbahn nur ca. 10 Kilo-t, siehe dazu auch Berliner Studie, Dittmer u.a. S.17

[22]) Öffentlicher Verkehr

[23]) Motorisierter Individualverkehr

24)
Nach unserer Berechnung in NeR. 8 ermitteln wir für 360 kilo-t jährliche CO_2-Einsparung: Selbst mit der unrealistisch hohen Annahme, dass je 20% aller zusätzlichen Fahrgäste (FG) Umsteiger von Bus und Pkw sind (siehe Dittmer u.a. S.10), würden die 360 Kilo-t CO_2-jährliche Einsparung erfordern, dass im Jahre 2030 (Endzeitpunkt des Klimaplans) zusätzlich ca. 3,4 Mio. FG täglich mit S- und U-Bahn und Bus fahren müssten (siehe NeR 8). Bei ca. 2,0 Mio. täglichen FG dieser Transportmittel im Jahre 2018 entspräche dies einer Steigerung **um** 170% über den ganzen Zeitraum oder 8% p.a.
Es ist vollkommen unwahrscheinlich, dass die ca. 50 Einzelmaßnahmen, die der Klimaplan Anhang 3 vorsieht, eine solche Steigerung hervorbringen könnten.

B. Spezieller Teil

Herleitung und Darstellung der Emissionen des Hamburger U-Bahn-Projekts U 5

1. Umfang des Bauvorhabens:

Auf der Infoseite **„HAMBURGmobil“** der Hamburger Hochbahn vom Januar 2021 ist zu lesen:

Die U5 ist ein zentrales Projekt des Senats, um die Mobilität und den Klimaschutz Hamburgs zu verbessern. Sie wird die modernste U-Bahn-Linie Deutschlands und vollautomatisiert mit 100% Ökostrom unterwegs sein.

- Auf welchen Grundlagen basieren diese Aussagen?
- Wie lassen sich diese nachvollziehen und belegen?

Warum wird dem „öffentlichen Verkehr“ grundsätzlich immer eine positive Klimabilanz unterstellt?

Das Autorenteam wird im Folgenden diesen Fragen im Detail nachgehen und durch Abklärungen und Berechnungen diese Aussagen stützen bzw. widerlegen.
Die hier vorliegende Studie betrachtet in einem ersten Schritt zunächst die Emissionsbelastungen durch den Bau der U5-Ost und konzentriert sich hier vor allem auf die gas- und partikelförmigen Emissionen.

Diese sind unterteilt in Emissionen resultierend aus:

- Materialtransporten
- Materialherstellung
- Energieverbrauch durch baubedingten Maschineneinsatz

Im weiteren Verlauf der Arbeit werden durch eine Hochskalierung die Emissionsauswirkungen der gesamten U5 (Ost und Mitte) betrachtet.
Da die gas- und partikelförmigen Emissionen sich nicht auf die vielen Baustellen entlang der geplanten Strecke begrenzen lassen, sondern abhängig von der Wetterlage und Windrichtung über das gesamte Stadtgebiet verteilt werden, ist von deutlich erhöhten Belastungen an CO_2, NO_x, und Feinstaub vermutlich im gesamten Stadtgebiet während der gesamten Bauzeit der U5 in einem Zeitraum von mindestens 20 Jahren auszugehen.

Die Hamburger U5 soll in 2 Bauphasen erstellt werden.

1. Abschnitt von Bramfeld zur City-Nord (U5-Ost, 5,8 km)

- 5 Haltestellen
  davon 4 unterirdisch, diese sollen in offener Bauweise erstellt werden
  1 Haltestelle oberirdisch gelegen
- 5 Notausgänge (unterirdisch), in offener Bauweise zu erstellen

2. Abschnitt von City-Nord zu den Arenen. (U5-Mitte, 19,2 km)

- 18 Haltestellen (unterirdisch), in offener Bauweise zu erstellen
- 23 Notausgänge (unterirdisch), alle in offener Bauweise zu erstellen.
  Die Anzahl der Notausgänge U5-Mitte wurde durch Eigenermittlung festgestellt, da trotz Streckenfestlegung keine Angaben vom Vorhabenträger darüber vorliegen!

Alle Haltestellen und Notausgänge der gesamten U5 ergeben eine „maulwurfartig“ aneinandergereihte Baustellenstrecke mit **23** Haltestellen und **28** Notausgängen, die alle in offener Bauweise hergestellt werden und auf der nachfolgenden Seite dargestellt sind.

Abbildung 2: Haltestellen U an Strecke (Angabe und Bild: Hochbahn), Notausgänge ● (Eigenermittlung für U5-Mitte, da keine Angaben von der Hochbahn dazu gemacht wurden)

2. Ausmaß und Dauer des Bauens an der Oberfläche:

Die 25 km lange Strecke der U5 wird unterirdisch mit einer Tunnelbohrmaschine *(TBM siehe Abb. 6)* hergestellt, alle 23 Haltestellen und 28 Notausgänge werden in **offener** Bauweise errichtet. *(siehe Abb. 4 und 7)*

Bei der U5-Ost ergeben allein die offenen Baustellen der 5 Haltestellen und 5 Notausgänge aneinandergereiht eine Gesamtlänge von **2,25 km**, das entspricht **38,8 %** der Gesamtstrecke (**5,8 km**).

Hochgerechnet auf die U5-Mitte mit einer Streckenlänge von **19,2 km** würden die offenen Baustellen aneinandergereiht eine Gesamtlänge von ca. **7,45 km**[25]) ergeben.

Während der Bauzeit der **gesamten U5** mit einer Länge von **25 km** würde somit eine Strecke von **9,7 km** an offenen Baustellen in der Stadt Hamburg existieren.
Es stellt sich die Frage, warum man den Bürgern bei Vorlage der Streckenführung nicht mitgeteilt hat, dass beim Bau der U5 knapp 40% der gesamten Strecke in offener Bauweise erstellt werden muss und erst nach Fertigstellung der gesamten Baumaßnahmen sich der U-Bahn-Betrieb unter der Erde abspielen wird.

Da diese offenen Baustellen vom Ablauf her nicht eine nach der anderen errichtet werden können (die TBM muss immer durch die bereits fertiggestellten Baugruben „durchgezogen“ werden können), wird die Strecke in wenige Bauabschnitte unterteilt, in deren Bereich die offenen Baustellen alle gleichzeitig errichtet werden müssen. Es muss davon ausgegangen werden, dass mehr als 2/3 eines Bauabschnitts über viele Jahre durch die offenen Baustellen das tägliche Geschehen auf den Straßen der Stadt sehr stark beeinflussen wird. Allein die vorbereitenden Arbeiten, die Baufeldräumung, die Straßen-Abrissarbeiten, die Leitungsverlegungen (Siele, Gas, Telefon) vor Baubeginn, die Wiederherstellung der Flächen nach Bauende erstrecken sich bereits jeweils über viele Jahre.
Aber auch nach der Fertigstellung einer offenen Baugrube (Haltestelle oder Notausgang) vergehen in der Regel noch viele Jahre, denn die Baugrube muss zunächst mit einem Betondeckel verschlossen werden, dieser muss mit Aushubmaterial verfüllt werden, alle zum Ausbau der Haltestellen und Notausgänge notwendigen Materialien und Vorrichtungen müssen eingebracht und installiert werden, der Straßenbelag wird erneuert, die Grünflächen werden wieder hergestellt und die Bepflanzungen vorgenommen.
Jeder dieser Notausgänge und jede Haltestelle wird über einen Zeitraum von 5-7 Jahren als Baustelle bestehen bleiben und das Geschehen auf den Straßen und Wegen stark beeinflussen.
Hinzu kommt, dass die offenen Baustellen durch die notwendigen Absicherungsmaßnahmen und die an der Baustelle aufgebauten Maschinen und Vorrichtungen eine Fläche beanspruchen, die meist 1,5 bis 3 mal größer ist als die Baugrube für eine Haltestelle oder einen Notausgang.

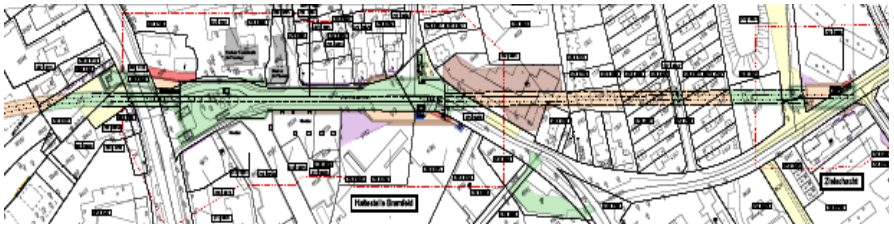


Abb. 3: Baufeld: Haltestelle Bramfeld, NA Heukoppel

An allen diesen offenen Baugruben fallen aber nicht nur gasförmige Emissionen wie CO_2, NO_x und Staub an, sondern es entstehen auch starker Lärm und Erschütterungen. An jeder offenen Baustelle wirken sich diese Emissionsbelastungen über einen Zeitraum von rund 5 bis 7 Jahren aus.

[25]) Für die U 5-Mitte gibt es noch keine konkreten Planunterlagen, sodass eine Hochrechnung auf Basis der veröffentlichten Zahlen (Planunterlagen) für die U5-Ost vorgenommen wurde.

3. Emissionen aus Materialtransporten:

Umweltschädliche Emissionen des U-Bahn-Baus am Beispiel des Bauvorhabens U5-Ost Hamburg

Hamburg, Ende März 2021

5,8 km U-Bahnstrecke von City-Nord nach Bramfeld (Dorfplatz)

TEIL 1 a

lfd Nummer	Luftschadstoffe - Quelle 1		m2	Menge	Dimension	Fußnote	Anzahl/Faktor /	Einzelgewicht/ spez. Gew.	Gesamt gewicht Tonnen	LKW-Fahrten incl. Leerfahrten *15)	Fahrzeit in Std	5,8 km Strecke U5-Ost CO2 Tonnen	U5-Ost NOx Tonnen	U5-Ost Feinstaub PM Tonnen
	Länge Tunnelstrecke gesamt incl. Haltestellen und Notausgänge			4.000										
	Ladekapizität des LKW in to									24				
	Fahrzeit je Tour in Std									1		1	1	1
	Fahrstrecke: Stadtfahrt 15 km hin und 15 kn zurück = 30 km									30		30	30	30
	LKW Leistung in kWh												156	156
	Schadstoffausstoß CO2 in kg je kWh										1		460	10
	CO2 Emission eines LKW je 15 km-Tour (hin u. zurück) mit 24 to Ladung - lt. ACEA und www.Oekobaudat.de					NeR1						62		
	Luftschadstoffe - QUELLE 1													
	Emissionen Materialtransporte													
	Aushub, Erdbewegungen													
1	Abriss Strassenverkehrsflächen, Nebenflächen			70000	m²	1						641		
2	Entsorgung Strassenverkehrsflächen, Nebenflächen + Wiederauffüllung je 50 cm		2 x 0,5 m x 70000 qm	70000	m³	2		2,4	168.000	14.000	1	868	1,00	0,02
3	Entsorgung der Bau- und Abbruchabfälle			84404	m³	3		2,5	208.541	17.378	1	1.077	1,25	0,03
4	Entsorgung aller Aushubsorten			1556900	m³	4		1,8	2.802.420	233.535	1	14.479	16,76	0,36
5	Rückverfüllung an Aushub-Material		33% von 1556900	518967	m³	5		1,8	934.140	77.845	1	4.826	5,59	0,12
6	Umlegungen von Leitungen und Sielen, Rückbau-Länge 3,8 km	geschätzt							10.000	833	1	52	0,06	0,00
7	Notausgänge: Aushubmenge incl. Rückverfüllung	*je Notausgang*		*13200*	*m³*	6	*2*	*1,8*	*47.520*		1			
		alle Notausgänge		66000	m³	7	5	1,8	237.600	19.800	1	1.228	1,42	0,03
	Zwischensumme								**4.360.701**	**363.392**		**23.171**	**26,08**	**0,57**
	Betontransporte													
	Notausgänge	*durchschnittl. Notausgang*		*8.400*	*m³*	8	*1*	*2,4*	*20.160*					
8	alle 5 Notausgänge		5 Notausgänge	42.000	m³	8	5	2,4	100.800	8.400	1	521	0,60	0,01
	Tunnel- Haltestellen	*je durchschnittl. Haltestelle*	*1*	*110.000*	*m³*		*1*	*2,4*	*264.000*					
9	alle 3 Haltestellen	ND, SH, BD	3 Haltestellen	330.000	m³	9	3	2,4	792.000	66.000	1	4.092	4,74	0,10
10	Haltestelle City Nord			110.000	m³	10	1	2,4	264.000	22.000	1	1.364	1,58	0,03
11	Tunnel/Trogbauwerk zwischen HSt-City-Nord und HSt. Sengelmannstr			101.000	m³	11	1	2,4	242.400	20.200	1	1.252	1,45	0,03
12	Tunnel/Trogbauwerk Haltestelle Sengelmann bis Startpunkt TBM			69.700	m³	12	1	2,4	167.280	13.940	1	864	1,00	0,02
13	Startschacht			5.856	m³	13	1	2,4	14.054	1.171	1	73	0,08	0,00
14	Brückenbauwerk Sengelmannstr. Und Tieferlegung der Straße	geschätzt				14	1		10.000	833	1	52	0,06	0,00
	Sohltübbinge für Schildwiege	*je Haltestelle*		*400*	lfdm		*1*	*15,0*	*6.000*					
15	Sohltübbinge für Schildwiege	alle Haltestellen ND, SH, BD	insges 3	1.200	lfdm	15		15,0	18.000	1.500	6	558	0,65	0,01
16	Antransport der Tübbinge	Länge Tunnel (m)		3.550	lfdm	16	1	32,8	116.529	9.711	6	3.612	4,18	0,09
17	Beton-Füllmaterial (zwischen Tübbing und Ausbrüchen im Gestein)	Länge Tunnel (m)		3.550	lfdm	17	1	17,8	63.094	5.258	1	326	0,38	0,01
18	Betonschwellen	Schwellenabstand in m	0,8 Gesamtlänge	12.900	lfdm	18	1,3	0,28	4.515	376	1	23	0,03	0,00
19	Zuganker für UWB-Sohlen, Schlitzwände und Bohrpfahlwände	Beton		6.938	m³	19		2,40	16.652	1.388	1	86	0,10	0,00
	Zwischensumme								**1.809.324**	**150.777**		**12.823**	**14,84**	**0,32**
	davon bewehrt								**1.585.049**					
	Zwischensumme und Übertrag von Teil 1a								***6.170.025***	***514.169***		***35.995***	***41***	***0,89***

Tabelle 1: Transport-Fahrten: Abrissabfälle, Aushub, Rückverfüllung

lfd Nummer	Luftschadstoffe - Quelle 1		m2	Menge	Dimension	Fußnote	Anzahl/Faktor /	Einzelgewicht/ spez. Gew.	Gesamt gewicht Tonnen	LKW-Fahrten incl. Leerfahrten *15)	Fahrzeit in Std	5,8 km Strecke U5-Ost CO2 Tonnen	U5-Ost NOx Tonnen	U5-Ost Feinstaub PM Tonnen
	Länge Tunnelstrecke gesamt incl. Haltestellen und Notausgänge			4.000										
	Ladekapizität des LKW in to									24				
	Fahrzeit je Tour in Std									1		1	1	1
	Fahrstrecke: Stadtfahrt 15 km hin und 15 kn zurück = 30 km									30		30	30	30
	LKW Leistung in kWh												156	156
	Schadstoffausstoß CO2 in kg je kWh										1		460	10
	CO2 Emission eines LKW je 15 km-Tour (hin u. zurück) mit 24 to Ladung - lt. ACEA und www.Oekobaudat.de					NeR1						62		
	Zwischensumme und Übertrag von Teil 1a								***6.170.025***	***514.169***		***35.995***	***41***	***0,89***
	Transporte Stahl (Betonstahl, Bahngleise, Brücken usw.)													
20	Abbau und Wiederaufbau von 2 Fußgängerbrücken	Menge unbekannt				**20**					1			
21	Gesamter Betonstahl für offene Baustellen ohne Stahl f. Tübbinge	in % vom Betongewicht	3,71%		to	**21**	1		58.851	4.904	1	304	0,35	0,01
	Bahngleise für U5-Fahrstrecke		*1 Gleisstrang*	*5800*	lfdm		1	*0,05*	*290*					
22	Bahngleise für U5-Fahrstrecke		4 Gleisträngе	5800	lfdm	**22**	1	0,05	1.160	97	1	6	0,01	0,00
23	Weitere Gleise (Abstellgleise auch für Betriebswerkstatt, Waschanlage usw.)		2 Gleisträngе	5630	lfdm	**23**		0,05	563	47	1	3	0,00	0,00
24	Stromschienen		2x 21) + 1x 22)	17230	lfdm	**24**		0,01	172	14	1	1	0,00	0,00
25	Zuganker für UWB-Sohlen, Schlitzwände und Bohrpfahlwände	Stahl		9938	to	**25**			9.938	828	1	51	0,06	0,00
	Zwischensumme Stahltransporte								**70.684**	**5.890**		**365**	**0,42**	**0,01**
	Sonstige Materialien													
26	An- und Abtransport aller Baumaschinen (TBM, Schienen f. TBM, Krane, Bagger, Anker-Bohrer usw.), Pumpen, Tanks, Behälter, Rohrleitungen Personal-Container, Separatoren, Baugrubenabdeckungen, Vorrichtungen - Baustelleneinrichtungen, usw.	geschätzt			to	**26**	1		600.000	50.000	5	15.500	17,94	0,39
27	Bauteile für Ausbau der Haltestellen,Notausgänge, Waschanlage, Sekund. Leitstelle - (Fliesen, Verkleidungen, Türen, Geländer - auch f. Trogstrecken -, Rolltreppen, Sanitärinstallationen, Betriebswerkstatt, VErglasungen, Elektro-Install., Elektonik, usw)- Be- und Entlüftung der Bauwerke und des Tunnels, Signalanlagen, Elektroleitungen Tunnel und Haltestellen, Brücken soweit nicht besondert aufgeführt (z.B. Überwurfbauwerk SE) usw	geschätzt			to	**27**			300.000	25.000	5	7.750	8,97	0,20
28	Schotter für die Verlegung der Gleise	Gleisbett		43100	lfdm	**28**	1	1,4	60.340	5.028	1	312	0,36	0,01
	Zwischensumme Transport Sonstige Materialien								**960.340**	**80.028**		**23.562**	**27,27**	**0,59**
	Zwischensumme und Übertrag von Quelle 1 nach Quelle 2						**1**		**7.201.049 *)**	**600.087**	***)**	**59.922**	**68,61**	**1,49**

***) kein Übertrag**

Tabelle 2: Transportfahrten: Beton, Stahl, Bahngleise, Stromschienen, Zuganker, Baumaschinen, Ausbaumaterialien, Schotter

Im Rahmen der Bauarbeiten für die 5,8 km lange U5-Ost fallen **7.201.049** t an Material an, das mit Lkws abtransportiert, herangebracht oder anderweitig innerhalb der Baustellen bewegt werden muss.

Daraus resultieren **600.087** Lkw-Fahrten, Leerfahrten mit eingerechnet (24 t Ladegewicht pro Lkw)

Diese **600.087** Lkw-Fahrten (U5-Ost) erzeugen: **CO_2 59.922 t** **NO_X 68,61 t** **Feinstaub 1,49 t**

(verwendete Rechenkoeffizienten: siehe Kopf der Tabelle .)

Weiterhin verursachen diese 600.087 Lkw-Fahrten auf jeder Fahrt permanent Erschütterungen und Lärm. Die Straßen und die unzähligen Brücken in Hamburg werden durch die vielen Schwerlast-Fahrzeuge über die Maßen belastet und strapaziert.

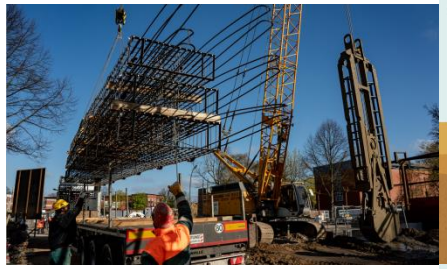
4. Emissionen aus Materialherstellung:

Teil 2

	Luftschadstoffe - QUELLE 2 aus Materialherstellung	Emissionen		Einheiten		Fußnote	Anzahl	Spez. Gew.	Gesamtgewicht in to		to CO2 je to	to CO2 gesamt	to Nox je to	to Feinst. je to
	Zwischensumme und Übertrag von Quelle 1						1,0		---- *)	---- *)		59.922	68,61	1,49
	Beton													
29	Notausgang: Beton-Menge gesamt			8.400	m³	29	5,0	2,4	100.800		0,587	59.170		
30	3 Haltestellen: Beton-Menge gesamt NH, SE, BD			110.000	m³	30	3,0	2,4	792.000		0,587	464.904		
31	Herstellung der Tübbinge			3.550	lfdm	31	1,0	31,7	112.625		0,587	66.111		
32	Herstellung der Sohltübbinge			600	lfdm	32	1,0	10,0	6.000		0,587	3.522		
33	Herstellung des Beton-Füllmaterials für den Ringspalt			3.550	lfdm	33	1,0	17,8	63.094		0,587	37.036		
34	Haltestelle City Nord			110.000	m³	34	1,0	2,4	264.000		0,587	154.968		
35	Tunnel/Trogbauwerk zwischen HSt-City-Nord und HSt. Sengelmannstr			101.000	m³	35	1,0	2,4	242.400		0,587	142.289	keine belastbaren Daten verfügar	
36	Tunnel Haltestelle Sengelmann bis Anfang Startschacht			69.700	m³	36	1,0	2,4	167.280		0,587	98.193		
37	Startschacht			5.856	m³	37	1,0	2,4	14.054		0,587	8.250		
38	Betonschwellen für Schienen	Schwellenabstand	0,8	11.430	lfdm	38	1,3	0,28	4.001		0,587	2.348		
39	Zuganker für UWB-Sohlen, Schlitzwände und Bohrpfahlwände			6.938	to	39	1,0	2,4	13.876		0,587	8.145		
40	Waschanlage, Betriebswerkstatt, Sekundäre Leitstelle, Umbau Haltestelle SE		geschätzt	20.000	to	40	1,0	2,4	48.000		0,587	28.176		
	Zwischensumme Betonherstellung								**1.828.130**			**1.073.113**		
	Stahl													
41	Stahlanteil alle Betonteile außer Tübbinge	pauschal in % von Betongewicht			to	41		3,7%	60.614		1,5	90.921		
42	Herstellung der Bewehrungsstahl für Tübbinge	pauschal in % von Betongewicht			to	42		3,5%	3.904		1,5	5.856	keine belastbaren Daten verfügar	
43	Bahngleise für Fahrstrecke		4 Gleisstränge	5.800,0	lfdm	43		0,05	1.160		1,5	1.740		
44	weitere Gleise (Abstellgleise auch für Betriebswerkstatt,Waschanlage usw.		2 Gleisstränge	5.630,0	lfdm	44		0,05	563		1,5	845		
45	Stromschienen			17.230,0	lfdm	45					0,21	3.618		
46	Zuganker für UWB-Sohlen, Schlitzwände und Bohrpfahlwände			39.437,5	Stck	46		0,252	9938,3		1,5	14.907		
	Zwischensumme Stahlherstellung								76.179			**117.887**		
	Sonstige Materialien													
47	Bauteile für Ausbau der Haltestellen,Notausgänge, Waschanlage, Sekund. Leitstelle - (Fliesen, Verkleidungen, Türen, Geländer - auch f. Trogstrecken -, Rolltreppen, Sanitärinstallationen, Betriebswerkstatt, VErglasungen, Elektro-Install., Elektonik, usw)- Be- und Entlüftung der Bauwerke und des Tunnels, Signalanlagen, Elektroleitungen Tunnel und Haltestellen, Brücken soweit nicht besondert aufgeführt (z.B. Überwurfbauwerk SE) usw		geschätzt		to	47			300.000		1,0	300.000	keine belastbaren Daten verfügar	
	Emissionen aus der Herstellung von verwendeten Baumaterialien - Quelle 2								**2.204.309**			**1.490.999**		
	Zwischensumme und Übertrag Summe Quellen 1 + 2 nach Quelle 3								kein Übertrag			**1.550.921**	**68,61**	**1,49**

*) kein Übertrag

Tabelle 3: Emissionen aus der Materialherstellung: Beton, Stahl



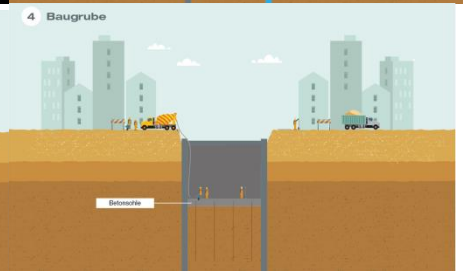


Abb.4 und Textzeilen teilweise entnommen aus: https://www.schneller-durch-hamburg.de/u4-horner-geest

Schlitzwand-Herstellung:

Die 23 Haltestellen und 28 Notausgänge der U5 (Ost und Mitte) sollen alle in offener Bauweise hergestellt werden.

Die großen, offenen Baugruben für die Haltestellen und Notausgänge müssen eine sehr hohe Stabilität aufweisen, denn die Bauarbeiten für die U5 finden in sehr großer Tiefe und fast immer unterhalb des Grundwasserspiegels statt.
Zur Absicherung der Baugruben werden zunächst Schlitzwände erstellt.

An vielen Haltestellen bzw. Notausgängen erreichen die Schlitzwände Tiefen von 40 – 50 Meter, an Stellen, an denen sie nicht rückverankert werden können, werden sie mit bis zu 2 m Breite errichtet.

Die so an den Seiten der Baugrube erstellten Stahlbetonwände und eine im Boden verankerte Betonsohle stützen und schützen die Grube vor nachrutschender Erde und vor seitlichem und von unten eindringendem Wasser. In der fertigen, trockengelegten Baugrube kann dann mit dem eigentlichen Bau der Haltestelle oder eines Notausgangs begonnen werden.

Wie links auf den Bildern ersichtlich ist, muss, um für diese Wände eine hohe Stabilität zu bekommen, sehr viel Stahl (Bewehrungskörbe) in die ausgebaggerten Schlitze eingebracht werden, die dann anschließend mit Beton ausgegossen werden.

Diese offene Bauweise zur Herstellung der Haltestellen und Notausgänge macht ca. 40-50% der verwendeten Massen an Beton und Stahl zum Bau der U5 aus.

Die wesentlichen Baumaterialien zur Herstellung der Tunnelröhre, der Haltestellen, der Notausgänge, des Trogbauwerks zwischen Haltestelle City Nord und Sengelmannstraβe und des Schienenstrangs sind Beton und Stahl.

Es darf davon ausgegangen werden, dass nach detaillierterer Beschreibung aller Baumaterialien und Einbauteile durch den Vorhabenträger die Berechnung all dieser Materialien zu noch deutlich höheren CO_2-Werten führen würde.

Die Herstellung aller berechneten Betonbauteile (in Summe 1.828.130 t) verursacht 1.073.113 t an CO_2.

Die Herstellung aller Stahlbauteile (in Summe 76.179 t) verursacht 117.887 t an CO_2.

Die „Sonstigen Baumaterialien“, geschätztes Gewicht 300.000 t, flossen (pauschal) mit weiteren 300.000 t an CO_2 in die Rechnung ein.
(Siehe FN 47 im Anhang)

Diese 3 Positionen an **Beton und Stahl** (2.204.309 t) zum Bau der U5-Ost verursachen durch ihre Herstellung **1.490.999 t an CO_2.**

Abb. 5: Rückverankerte Schlitzwände (Haltestelle Berlin Hbf), Quelle:www.beton.wiki

5. Emissionen aus dem Energieverbrauch der baubedingt eingesetzten Maschinen und Vorrichtungen:

Zwischensumme und Übertrag Summe Quellen 1 + 2							1.550.921	68,61	1,49
	Luftschadstoffe - QUELLE 3 Emissionen aus Energieverbrauch baubedingten Maschineneinsatzes			Fußnote	kWh	Kg CO2 je kWh	CO2 Ausstoß in to	U5- NOx Tonnen	U5 Feinstaub PM Tonnen
48	Energiebedarf Schildvortrieb			48	333.975.000	0,4	133.590	keine belastbaren Daten verfügar	
49	Energiebedarf "übrige Separationsanlagen			49	76.650.000	0,4	30.660		
50	Energiebedarf "offene Baustellen"			50	1.459.359.661	0,4	583.744		
51	Energie-Bedarf Wasserhaltung "Grundwasser"			51	24.960.000	0,4	9.984		
52	Energie-Bedarf Wasserhaltung "Bauwasser"			52	49.920.000	0,4	19.968		
53	Energiebedarf Wasser-Aufbereitungsanlagen (3)			53	89.856.000	0,4	35.942		
	Zwischensumme Quelle 3				**2.034.720.661**		**813.888**	**0**	**0**
	Summe aller baubedingten Emissionen (Quellen 1- 3)						**2.364.809**	**68,61**	**1,49**

Tabelle 4: CO_2-Emissionen durch Energiebedarf der Baumaschinen

Abb. 6: Herrenknecht: TBM wie für U5-Ost vorgesehen

Die riesige **Schildvortriebsmaschine** zur Herstellung der unterirdischen Tunnelröhren zusammen mit allen dafür notwendigen Nebenanlagen (wie der Separationsanlage, den Kreislaufpumpen, der Bentonit-Aufbereitung) benötigen 333.975.000 kWh an elektrischer Energie. (Basisangaben zur Berechnung von Fa. Herrenknecht)
Durch den grauen Energieanteil des Stroms (Strom aus nicht erneuerbaren Quellen) werden 133.590 t an CO_2 verursacht.
Alle Maschinen an den offenen Baustellen der U5-Ost (für 4 unterirdische Haltestellen, 5 Notausgänge, Haltestelle Sengelmannstraße, Trogbauwerk zwischen Haltestelle Sengelmannstraße und City Nord) benötigen 1.459.359.661 kWh an elektrischer Energie und verursachen durch den grauen Energieanteil die hohe Menge von 583.744 t an CO_2.
Mangels einer detaillierten Auflistung in den Planunterlagen von allen an den offenen Baustellen eingesetzten Fahrzeugen und Vorrichtungen sowie deren Einsatzdauer über die gesamte Bauzeit wird in der vorliegenden Studie für die Ermittlung des für sie nötigen Energieein-

satzes ein unterer Grenzwert unterstellt: der errechnete Energieeinsatz der TBM pro m^3 in Bezug auf Erdaushub- und eingesetztem Betonvolumen. Weil die TBM nach einem technisch ausgereiften und kontinuierlich arbeitenden Verfahren, ein in der Geometrie und Materialen standardisiertes Bauwerk, ein nach einem ebenfalls standardisierten Verfahren unterirdisches Bauwerk errichtet, ist die Annahme gerechtfertigt, dass der Energiebedarf der offenen Baustellen als individuelle Bauwerke höher – wahrscheinlich sogar sehr viel höher – je m^3-Bauvolumen anzusetzen ist und dessen Größenordnung daher einen zuverlässigen unteren Grenzwert darstellt.
Aufgrund unserer Ermittlungen aus den Bauwerksplänen ergibt sich ein Volumenverhältnis der anfallenden Aushub- und eingesetzten Betonmengen der Tunnelstrecke gegenüber den offenen Baustellen von etwa 1 **:** 4,1.

Da an der gesamten U5-Ost-Baustrecke nicht nur immer an einer offenen Baustelle gearbeitet wird, sondern an mehreren gleichzeitig, müssen an diesen Baustellen auch immer mehrere Separationsanlagen aufgestellt werden, um das nasse Aushubmaterial noch an der Baustelle in verschiedene Bestandteile zu separieren.

In der vorliegender Studie wurde mit **2 weiteren Separationsanlagen** an den offenen Baustellen der U5-Ost gerechnet. Diese Separationsanlagen benötigen 76.650.000 kWh an Energie und verursachen aufgrund des grauen Energieanteils des Stroms 30.660 t an CO_2.
(Angaben zur Berechnung: Fa. Herrenknecht)

Für die gesamten **Wasserhaltungs-Maßnahmen** (Bauwasser, Grundwasser, Wasser-Aufbereitungsanlage) errechnet sich ein Energiebedarf von 164.736.000 kWh. Dieser verursacht durch den grauen Energieanteil des Stroms 65.894 t an CO_2.

Der **gesamte Bedarf an elektrischer Energie** für die eingesetzten **Maschinen und Vorrichtungen** an der 5,8 km langen Strecke der U5-Ost beträgt 2.034.720.661 kWh und verursacht durch den grauen Energieanteil des Stroms **813.888 t** an CO_2.

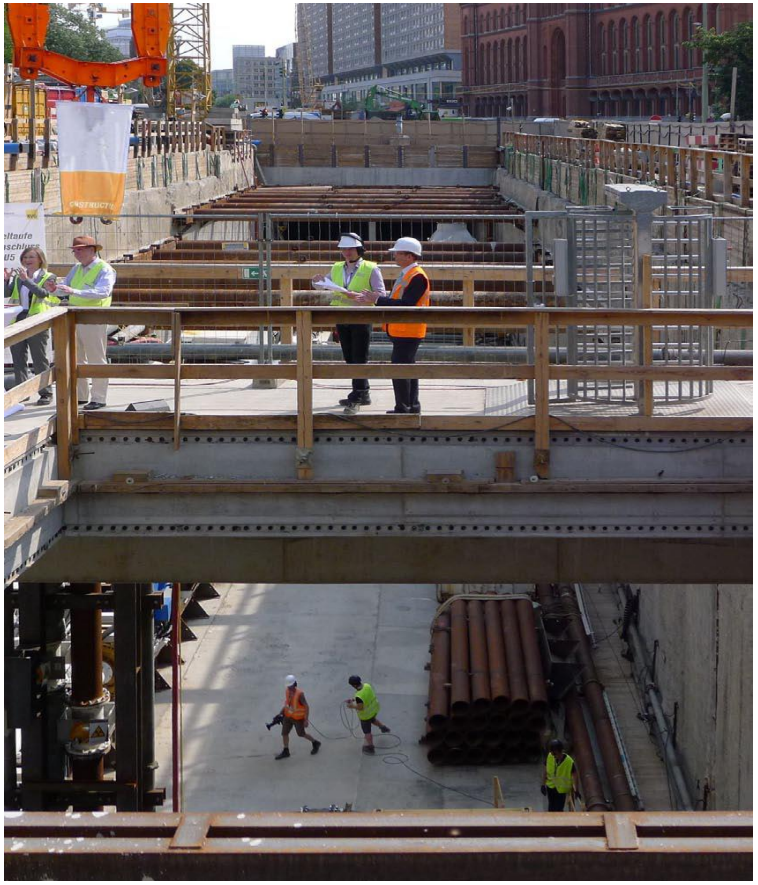


Abb. 7: Haltestelle in offener Bauweise (Foto Archiv Stadt für Menschen, Berlin)

6. Zusammenfassung U5-Ost und Hochrechnung auf die U 5-Mitte und die U 5-Gesamt:

Luftschadstoffe - Quelle 1	m2	Menge	Dimension	Fußnote	Anzahl/Faktor /	Einzelgewicht/ spez. Gew.	Gesamt gewicht Tonnen	LKW-Fahrten incl. Leerfahrten *15)	Fahrzeit in Std	5,8 km Strecke U5-Ost CO2 Tonnen	U5-Ost NOx Tonnen	U5-Ost Feinstaub PM Tonnen
Summe aller Luftschadstoffe des Bauvorhabens U 5 (Quellen 1 - 3)				Fußnote								
U 5 - Ost												
Summe Alle Emissionen (Quellen 1 - 3)										**2.364.809**	**68,6**	**1,49**
Summe Emissionen offene Baustellen				*54*						**2.065.462**	**55,1**	**1,20**
Summe Emissionen TBM-Fahrt				*55*						**299.347**	**13,5**	**0,29**
Emission je lfdm Gesamtstrecke	5.800 m									**408**	**0,0**	**0,00**
Emissionen lfdm Offene Baustellen	2.250 m									**918**	**0,0**	**0,00**
Emissionen je lfdm TBM-Fahrt	3.550 m									**84**	**0,0**	**0,00**
CO2-verursachende Aktivitäten im Bereich Hamburg										**873.810**	**68,6**	**1,49**
U 5 - Mitte												
Summe Alle Emissionen										**7.828.334**	**227,1**	**4,94**
Summe Emissionen offene Baustellen										**6.837.392**	**182,5**	**3,97**
Summe Emissionen TBM-Fahrt										**990.942**	**44,6**	**0,97**
Emission je lfdm Gesamtstrecke	19.200 m									**408**	**0,0**	**0,00**
Emissionen lfdm Offene Baustellen	7.448 m									**918**	**0,1**	**0,00**
Emissionen je lfdm TBM-Fahrt	11.752 m									**84**	**0,0**	**0,00**
CO2-verursachende Aktivitäten im Bereich Hamburg										**2.892.612**	**227,1**	**4,94**
U 5 - Gesamt												
Summe Alle Emissionen										**10.193.143**	**295,7**	**6,43**
Summe Emissionen offene Baustellen										**8.902.854**	**237,7**	**5,17**
Summe Emissionen TBM-Fahrt										**1.290.289**	**58,1**	**1,26**
Emission je lfdm Gesamtstrecke	25.000 m									**408**	**0,1**	**0,00**
Emissionen lfdm Offene Baustellen	9.698 m									**918**	**0,1**	**0,00**
Emissionen je lfdm TBM-Fahrt	15.302 m									**84**	**0,0**	**0,00**
CO2-verursachende Aktivitäten im Bereich Hamburg										**3.766.422**	**295,7**	**6,43**

Tabelle 5: gesamte CO_2-Emissionen der einzelnen Bauabschnitte und Gesamtsumme

7. Zusammenfassung der Berechnungen

Allein der Bau der **5,8 km** langen **U5-Ost** verursacht:
2.364.809 t an CO_2
68,6 t an NO_x
1,49 t an Feinstaub

Rechnet man diese Emissionen auf die **19,2 km** lange Strecke der **U5-Mitte** hoch, dann würden durch den Bau der U5-Mitte:
7.828.334 t an CO_2
227,1 t an NO_x
4,94 t an Feinstaub anfallen

Der Bau der **gesamten 25 km langen U5** verursacht:
10.193.143 t an CO_2
295,7 t an NO_x
6,43 t an Feinstaub
Umgerechnet auf **1 km Strecke** sind dies:
407.725 t an CO_2
11,83 t an NO_x
0,26 t an Feinstaub

Um die Emissionen für eine Großbaustelle wie die der U5 „kleinzurechnen“, wird oft von Vorhabenträgern oder der Auftraggeberseite das Argument verwendet, dass die Emissionen, resultierend aus der Herstellung der verschiedensten Bau- und Ausbauteile, nicht an der Baustelle anfallen, sondern an den Herstellungsorten dieser Teile und dort in den Klima-Belastungs-Berechnungen berücksichtigt würden.

Folgt man dieser Argumentation, dann fallen aufgrund der von uns erstellten Arbeit **unmittelbar in Hamburg für die gesamte U5 „nur“**:

3.766.422 t CO_2
295,7 t NO_x
6,43 t Feinstaub an

Umgerechnet auf **1 km Strecke** sind dies immer noch:
150.657 t an CO_2
11,83 t an NO_x
0,26 t an Feinstaub

Die NO_x- und Feinstaubwerte wurden in vorliegender Arbeit nur für alle Lkw-Fahrten (Abraumentsorgung, Materialbeschaffung) ermittelt, auf die Berechnung von NO_x und CO_2 für alle anderen Aktivitäten auf den Baustellen wurde mangels belastbarer Angaben und Daten verzichtet!

Der Gesetzgeber verlangt im UVPG (Gesetz zur Umwelt-Verträglichkeit-Prüfung) von einem Vorhabenträger (im vorliegenden Fall der Hochbahn) einen Mit- / Ohne-Vergleich anzustellen.
(siehe UVPG, § 16 UVP-Bericht (1) Pkt. 6, sowie Anlage 4, Angaben des UVP-Berichts für die Umweltverträglichkeitsprüfung, Pkt. 2 und 3).

Durch diesen Mit- / Ohne-Vergleich soll aufgezeigt werden, welche Alternativen geprüft wurden und welche **gesamthaften**, umweltrelevanten Auswirkungen es hätte, würde das Vorhaben realisiert bzw. nicht realisiert.
Das UVPG bezieht sich hier nicht allein auf die vor Ort anfallenden Emissionen, sondern auf deren Gesamtheit.
Würde ein solcher Vergleich, wie vom UVPG gefordert, angestellt, und würden auch alle Emissionen, die für die Materialherstellung an anderer Stelle anfallen, berücksichtigt, dann würden bei Nichtrealisierung des Vorhabens U5 mit ihrer 25 km langen Strecke:

10.193.143 t an CO_2
295,7 t an NO_x
6,43 t an Feinstaub
nicht anfallen!

Wirft man nochmals einen Blick auf das zu Beginn dieser Arbeit gemachte Zitat der Hochbahn:
Die U5 ist ein zentrales Projekt des Senats, um die Mobilität und den Klimaschutz Hamburgs zu verbessern. Sie wird die modernste U-Bahn-Linie

Deutschlands und vollautomatisiert mit 100% Ökostrom unterwegs sein, dann kommen unsere Berechnungen zu dem Ergebnis, dass allein dieses Vorhaben über die Bauzeit hinweg ursächlich sein wird für die Emission einer CO_2-Menge, die größer ist als das gesamte für 2030 nach dem derzeitigen Klimaplan-2019 der Hansestadt angestrebte Jahres-Emissionsvolumen.
Zugespitzt wird diese Situation durch die Planung weiterer U-Bahn-Bauvorhaben oder durch die bereits im Bau befindlichen Teilstrecken (wie der U4 Horner Geest).

Allein diese Erkenntnis sollte Grund genug sein, innezuhalten und die Bedeutung dieser Vorhaben im Licht auch des Urteils des BVerfGs erneut zu bewerten. (siehe A. Allgemeiner Teil, insb. S.2 ff)

8. Amortisationsrechnung:

Der Grundgedanke der sehr verbreiteten positiven klimapolitischen Beurteilung von U-Bahnen (und anderem ÖPNV) begründet sich auf der Annahme, dass eine U-Bahn während ihrer Betriebszeit viele Fahrgäste transportieren wird, die sonst ein Verkehrsmittel benutzen würden, das deutlich mehr Treibhausgase je Personenfahrt verursacht - wie z.B. die Pkws, aber auch die Busse - und dass die daraus erwartbare Entlastung der Atmosphäre beachtlich ist.
Angesichts der enormen CO_2-Mengen, die – wie im vorhergehenden Kapitel gezeigt – durch den Bau der U5 emittiert werden, stellen sich folgende konkreten Fragen:

- Wie „umweltfreundlich“ ist die U5-Ost im täglichen Betrieb unterwegs?
- Wie lange würde es dauern, die gewaltigen, gasförmigen Emissionsmengen aus dem Bau der U5 über die Einsparungen in der Betriebsphase zu amortisieren?

Aus den eingereichten Planunterlagen zur U5-Ost und aus Stellungnahmen der Hochbahn geht hervor, dass die Hochbahn vom Senat nur den Auftrag bekommen hat, wenige Stadteile an das Schnellbahnnetz anzuschließen.
Möglichst viele Luftschadstoffe zu vermeiden, viele Autofahrer dazu zu bewegen, ihr Fahrzeug stehen zu lassen und auf die neu zu erstellende U5 umzusteigen (durch z.B. den Bau von P&R-Parkhäusern oder anderer möglicher Abstellflächen), das war nicht der Planungsauftrag des Senats an die Hochbahn. *(Antwort Hochbahn auf Autoren-Anfrage)*

a. Amortisationsrechnung bezogen auf die U5-Ost:

Auf der Suche nach Hinweisen auf Leistungsangaben zu dem derzeit konkret im Genehmigungsstadium befindlichen Bauvorhaben U5-Ost stößt man u.a. auf die *Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft (Haushaltsplan 2019/2020 Einzelplan 7, Nachbewilligung nach § 35 Landeshaushaltsordnung, Neubau der U-Bahn-Linie U5, Realisierungsabschnitt U5-Ost: Bramfeld – City Nord).*
Unter Pkt. 7.1 Erfüllung der Ziele des Senats wird dort mitgeteilt, dass für die **U5-Ost**:

- Ein ÖPNV-Mehrverkehr von 261.600 Personenfahrten pro Jahr prognostiziert wurde
- 2.790.000 Pkw-km pro Jahr als Entlastung erwartet werden
- 608.000 Bus-km eingespart werden können
- für die U5-Ost nach Inbetriebnahme insgesamt knapp 20.000 Fahrgäste pro Werktag prognostiziert werden
- Mit Inbetriebnahme der U5 als Gesamtlinie im Bereich der U5-Ost sogar mit fast 40.000 Fahrgästen pro Werktag zu rechnen ist

In dieser Auflistung der Leistungen der U5-Ost findet sich nicht eine Position, die einen unmittelbar aussagekräftigen klimapolitischen Bezug herstellt.
Aus ihnen lässt sich jedoch wie folgt auf die CO_2 - Einsparungen durch den U-Bahn-Betrieb schließen.

Wir folgen bei unseren Berechnungen zunächst der Angabe der Hochbahn, dass für die U-Bahn schon derzeit vollständig - und damit auch künftig für die U5-Ost - ausschließlich Strom aus regenerativen Energien zum Einsatz kommt [26]) und setzen den CO_2-Fußabdruck der neuen U-Bahn in der Betriebsphase auf null.

Im Geschäftsbericht der Hochbahn aus dem Jahr 2019 werden als Koeffizienten für einen Pkw-Kilometer 151,5 g CO_2 genannt, der Pkw ist mit durchschnittlich 1,5 Personen besetzt. Die durchschnittliche Fahrstrecke eines U-Bahn-Fahrgastes (FG) beträgt 6 km. Daraus errechnen wir eine etwas größere ersparte Pkw-Fahrstrecke je FG von 8 km. [27)]

Hiernach lassen sich im Einzelnen folgende Aussagen treffen:
Laut Prognose werden 2.790.000 Pkw-Kilometer pro Jahr als Entlastung erwartet. Dadurch könnten (151,5 x 2.790.000) **422,69** t an CO_2 / Jahr eingespart werden, wenn (2.790.000 : 16) **174.375 Fahrzeuglenker** pro Jahr bereit wären, ihr Fahrzeug stehen zu lassen.

Statistisch ist jeder Pendler-Pkw pro Tag (2 x 8) 16 km für Hin- und Rückfahrt unterwegs.

Aus den 2.790.000 Pkw-km pro Jahr (2.790.000:16) lassen sich **174.375 Pendler-Pkw pro Jahr,** bzw. (174.375 : 365) gerundet **478** (477,74) pendelnde **Pkws pro Tag** errechnen.

Bei einem von der Hochbahn genannten Besetzungsgrad von 1,5 Personen pro Pkw wären in diesen 478 Pendler-Pkw täglich (477,74 x 1,5) **716,6** Personen (hin und zurück) unterwegs, bzw. umgerechnet auf das Jahr ergeben sich dadurch die im Haushaltsplan prognostizierten zusätzlichen (716,6 x 365) **261.600 Personenfahrten** an ÖPNV-Mehrverkehr durch Pkw-Pendler, die ihr Fahrzeug stehen lassen.

Wenn mit Inbetriebnahme der U5-Ost 20.000 Fahrgäste täglich prognostiziert werden, davon aber nur **717** Pkw-Insassen oder, da diese abends wieder zurückfahren, 1.434 FG = 7,2% gemäß Prognose bereit sind, ihren Pkw stehen zu lassen und auf die U5-Ost umzusteigen und der Senat dies offenbar als erwähnenswerte Transportleistung ansieht, dann zeigt dies überdeutlich, dass es ihm mit dem Bau der U5-Ost tatsächlich nur um die Einlösung eines lange gemachten Versprechens, weitere Stadtteile an das Schnellbahnnetz anzuschließen ging und nicht im Geringsten um die Reduzierung des Straßenverkehrs und die Verbesserung des Klimaschutzes in Hamburg.

Laut Senatsschreiben sollen mit Inbetriebnahme der U5-Ost auch **608.000 Bus-km** pro Jahr eingespart werden können. Was bedeutet dies?
Im Geschäftsbericht 2019 der Hochbahn sind folgende Daten zu entnehmen:

- 1.055 fossil angetriebene Busse verbrauchen >25 Mio. Liter Diesel (siehe S. 25 Jahresbericht 2019)
- 1.055 noch mit fossiler Energie angetriebene Busse verursachen 86,8% der gesamten Emissionen der Hochbahn in 2019 von (100 : 76.452 t x 86,8) **66.342,6 t CO_2** (siehe S. 56 Jahresbericht)
- die 1.055 Busse fuhren 2019 insgesamt **51.643.000** Nutzwagen-km (siehe S. 8 Jahresbericht)
- Bezogen auf 1 Nutzwagen-km werden (66.342.600**:** 51.643.000) **1,285 kg CO_2** verursacht.

[26]) Siehe Hochbahn AG Geschäftsbericht 2019, S. 26.

[27]) siehe NeR 9 - Nach einer Umrechnung der o.g. 5 Angaben des Senats zu den Transportleistungen der U5-Ost mit den angegebenen Koeffizienten erweisen sie sich leider als miteinander kaum kompatibel –im Anhang. Aus 2.790.000 ersparten Pkw km ermitteln wir lediglich 1.433 Umsteiger vom Pkw auf die Schiene. Im Vergleich zu den prognostizierten 20.000 täglichen FG entspricht dies einem Anteil von 7,2 %. Dem gegenüber führen die prognostizierten 608.000 eingesparten Bus-km zu 5.553 zusätzlichen Umsteigern vom Bus auf die U-Bahn mit einem Anteil von ca. 27,5 % der prognostizierten FG.

Würden diese 608.000 Bus-km eingespart, dann ließen sich dadurch (608.000 x 1,285) **781,28** t an CO_2 / Jahr vermeiden.

Mit Inbetriebnahme der U5-Ost würde dadurch eingespart:
422,69 t an CO_2 / Jahr an Pkw-Kilometern
781,28 t an CO_2 / Jahr an Bus-Kilometern
Insgesamt 1.203,97 t an CO_2 / Jahr

Will man die durch den Bau der U5-Ost **gesamthaft anfallenden** CO_2-Emissionen durch die Einsparung der Pkw- und Bus-Kilometer amortisieren, errechnet sich an Hand der ermittelten Daten eine Amortisationszeit (2.364.809 **:** 1.203,97) von **1.964 Jahren.**

Würde man nur die CO_2- Emissionen, **die in Hamburg anfallen**, amortisieren wollen, so würde dies (873.810 : 1.203,97) immer noch eine Amortisationsdauer von **726 Jahren** für das durch den Bau der U5-Ost vor Ort verursachte CO_2 bedeuten.

Interessant erscheint den Autoren an dieser Stelle noch die Frage, wie denn ab 2030 bzw. ab 2045 eine weitere Amortisation der gasförmigen Emissionen aus dem Bau der U5-Ost aussehen könnte, wenn sich niemand mehr auf unseren Straßen mit Energie, die aus fossilen Brennstoffen stammt, fortbewegt, wenn sehr viele Pkws, Busse, Lkws elektrisch oder mit Wasserstoff, aus erneuerbaren Energiequellen stammend, emissionsfrei angetrieben werden?

Selbst wenn man den Anteil der Pendler wie von Dittmer u.a. geschätzt [28]) auch in Hamburg auf 20% hochsetzt, würde sich die „Amortisationszeit“ zwar um ca. 40% verringern, aber immer noch Zeiträume erfordern, die jenseits sinnvoller menschlicher Planungshorizonte liegen.

Die physikalisch-technische Lebensdauer auch langlebigster Bahnanlagen, die im 90-Sekundentakt verkehren, dürfte allerdings schon ab 100 Jahren Nutzungsdauer aufwärts schnell ihre Grenze finden, sodass Grundsanierungen und Ersatzinvestitionen notwendig werden. Die wirtschaftliche Lebensdauer wird in der heutigen, sich immer schneller und radikaler ändernden Zeit noch viel schneller abgelaufen sein.

Die „Amortisation“ der Emissionen dieser U-Bahn-Investition durch Einsparungen in der Betriebsphase i.S.v. Dittmer u.a. (siehe dort oben S. 5), würde somit unter der Annahme gleichbleibender Verhältnisse selbst dann erst über Hunderte von Jahren erfolgen können, wenn - wie bei diesen Berechnungen unterstellt - die U5-Ost im Betrieb keinerlei CO_2-Emissionen verursachen würde.

b. Amortisationsrechnung gesamte U5-Strecke:

Die Planungen für die 19,2 km lange Strecke der U5-Mitte sehen lt. öffentlichen Verlautbarungen von Senat und Hochbahn die Anwendung der gleichen Bauweise wie bei der U5-Ost vor. Da ansonsten aber noch keine detaillierten Planunterlagen vorliegen, sind exakte Berechnungen der baubedingten CO_2-Last und ihrer betriebsbedingten „Amortisation“ nicht möglich. Eine auf Basis der Streckenlänge linear extrapolierende Hochrechnung aus den Daten der U5-Ost bietet aber zumindest eine erste, realistische Annäherung an die erwartbaren Emissionen der Bauphase.

Die für das Bauvorhaben verbauten Massen, eingesetzten Maschinen und die aufgewendete Energie würden sich hiernach auf das ca. 3,3-fache vervielfachen und die gesamte durch das Bauvorhaben verursachte CO_2-Last ebenso.

Die Summe aller baubedingten Emissionen der U5-Mitte würde sich dann auf die in Tabelle 5 ausgewiesenen 7,828 Mio. t CO_2 und diejenigen für die gesamte U5 auf 10,193 Mio. t CO_2 belaufen.

[28] Siehe Berliner Studie, dort S. 10

Eine spätere „Amortisation“ durch CO_2-Einsparungen in der Betriebsphase ergäbe sich wiederum aus dem Umstieg von Pkw- und Bus-Nutzern auf die U-Bahn. Für deren Anzahl könnte die vom Senat geschätzte, erwartete Gesamtzahl von 300.000 FG auf der gesamten U5 dienen.[29])

Diese Schätzung ist jedoch unrealistisch hoch.[30])

Legt man diese dennoch zugrunde, resultieren daraus 260.000 FG **für die U5-Mitte**, da noch 40.000 FG für die U5-Ost in Abzug zu bringen sind.[31]) Unter der Annahme gleicher Umsteigerquoten von Bus (27,5%) und Pkw (7,2%) wie bei der U5-Ost **ergeben sich**

> **„Amortisationszeiten“ von 500 Jahren für alle baubedingten CO_2-Emissionen und 185 Jahre für die nur in Hamburg direkt anfallenden CO_2-Emissionen.**

Dies würde aber voraussetzen, dass die Auslastung der Züge wie von Geisterhand von derzeit durchschnittlich ca. 17 % - für das derzeitige 104 km lange Gesamtnetz - auf ca. 31%[32]) **nur für die U5-Mitte** steigen müsste. Die Amortisationszeit der gesamten U5 betrüge trotz der 300.000 täglichen FG 564 bzw. 209 Jahre.[33])

9. Erwägungen, Abwägungen, Alternativen:

Es zeigt sich also, dass selbst unter der Annahme eines betriebsbedingten „Ökologischen Fußabdrucks“ von null und unrealistisch hohen Fahrgast-Prognosen die „Amortisationszeit“ für die baubedingten CO_2-Emissionen der U5-Ost als Stand-Alone-Bauwerks, der U5-Mitte und letztlich auch des gesamten Bauvorhabens U5 mit mehreren Hundert Jahren wiederum den Horizont vernünftiger menschlicher Planzeiträume weit überschreitet.

Damit werden weder dieses noch andere U-Bahn-Bauvorhaben dazu führen, dass die im Hamburger Klimaplan angestrebten Ziele erreicht werden.

Wie schon in Fußnote 22, S. 6 ausgeführt, könnte selbst unter der Annahme von Umsteigerquoten von je 20% von Bus und Pkw nur mit einer annähernden Verdreifachung der Fahrgastzahlen aller Hamburger Bahnen bis 2030 das angestrebte Einsparungsziel von 360 Kilo-t CO_2 p.a. erreicht werden. Solche FG-Zahlen wären aber nun vollends unrealistisch und werden ernsthaft auch von niemandem angestrebt oder behauptet.[34])

> **Solche unrealistischen und inkompatiblen Zahlen-Prognosen** in offiziellen Verlautbarungen der verantwortlichen Stellen sollen offenbar helfen, vor der Öffentlichkeit das Projekt in ein besonders positives Licht zu stellen. Letztlich wecken sie aber nur falsche Erwartungen.
>
> Wenn dann aber - wie hier vorliegend – das Vorhaben trotz fragwürdiger Zahlenangaben nach unserer kritischen Überprüfung letztlich das angestrebte Ziel dennoch weit verfehlt, einen wichtigen Beitrag zur Reduktion der Klimaziele zu leisten, wird dies Hamburger „Jahrhundertprojekt“ vollends unglaubwürdig.
>
> Angesichts der lt. MCC noch verbleibenden 7 Jahre für das Erreichen des 1,5°C-Ziels – und 24 Jahre für das 2°-Ziel – verschließt offenbar diese Hamburger U-Bahn-Planung komplett die Augen vor der aktuellen Zeitnot, wenn suggeriert wird, dass mit dem U-Bahn-Bau noch ein Beitrag zur Lösung dieses Problems zu leisten wäre.

[29]) Siehe u.a. https://www.schneller-durch-hamburg.de/u5-haltestellen-stehen-fest

[30]) An dieser Zahl der FG für die U5-Gesamt darf deswegen gezweifelt werden, weil die gesamte Anzahl der täglichen FG der Hochbahn auf ihrem 104 km langen Netz im Geschäftsbericht der Hochbahn für 2019 mit 683.000 angegeben wird. Wie dann 300.000 FG täglich für eine Fahrt auf der nur 25 km langen Strecke der U5 gewonnen werden können, erscheint doch unrealistisch. Dies entspräche einer Verdoppelung der durchschnittlichen Auslastung.

[31]) siehe oben S.19f, Auflistung der Leistungen der U5-Ost

[32]) von 6.430 FG je Strecken-km des bestehenden Netzes auf 12.000 FG bei der U5-Gesamt

[33]) Siehe NeR 10

[34]) Hinzu kommt, dass diese ohnehin schon „ewig“ langen „Amortisations“-Zeiträume sich umso stärker weiter verlängern werden, je erfolgreicher die Bemühungen der Politik und der beteiligten Unternehmen sind, die Bus- und Pkw-Flotten zu elektrifizieren.

Zudem können selbst diese geringen betriebsbedingten CO_2-Einsparungen erst nach Baufertigstellung und Inbetriebnahme erzielt werden und das wird selbst für die U5-Ost nicht vor 2032 der Fall sein.[35] Die U5-Mitte wird nicht vor 2040 in Betrieb gehen.

Für weitere Merkwürdigkeiten in den Zahlenangaben der Planer siehe Fußnote [36])

Ein Vergleich der fiskalischen Kosten

alternativer CO_2-sparender Investitionen zeigt auf andere Weise die Abwegigkeit der These vom Klimaschutz durch einen U-Bahnbau

Beispiel Photovoltaik (PV):

Die Vermeidung einer Jahres-t CO_2 durch PV kostet 2.083 €.

1 Modul mit einer elektrischen Leistung von 1 kWp[37]) kostet heute für einen Eigenheimbesitzer ca. 1.000 €. Dies leistet im Jahr bei durchschnittlicher Sonneneinstrahlung ca. 1.200 kWh. Durch seinen Einsatz vermeidet es damit heute 1.200 kWh x 0,4 kg CO2 = 480 kg CO_2 [38]).

Beispiel U5-Ost

Die Vermeidung von 1 Jahres-t CO_2 durch die U5-Ost kostet 1.495.000 €

Der Bau der U5-Ost kostet ca. 1,8 Mrd. € (lt. Planung) und erspart durch Pkw- und Bus-Kilometer-Einsparungen 1.204 Jahres-t CO_2 [39])[40])[41]). (1.800.000.000 : 1.204= 1.495.000 €)

Die Vermeidung einer Jahres-t CO2 durch Bau und Betrieb der U5-Ost kostet somit mehr als das 700-fache gegenüber der Installation eines Solarpanels.

Dieser stark vereinfachte Vergleich zeigt: Zur Vermeidung von klimaschädlichen Treibhausgasen gibt es unvergleichlich viel preiswertere und schneller zu realisierende Methoden als den U-Bahnbau.

Klimaschutz ist bei Bau und Betrieb einer U-Bahn - wenn überhaupt - allenfalls eine vollkommen untergeordnete Randerscheinung.

Ein Vergleich alternativer Mobilitätskonzepte

durch die Berliner Studie[42]) hat gezeigt, dass eine Stadtbahn (oder Straßenbahn) der U-Bahn hinsichtlich der CO_2-Amortisation um das 8 -14-fache überlegen ist. Für Hamburg gehen wir von einem Faktor von mindestens 20 aus.[43])

Da aber auch die Baukosten der U-Bahn in Berlin ca. fünfmal so hoch sind wie die der Stadtbahn und die Relation der Bauzeiten in ähnlicher Größenordnung liegt, wäre sie auch für die Lösung der Hamburger Mobilitätsfragen um vieles besser geeignet.

---

[35]) siehe NeR 11 hier im Anhang

[36]) Das Verwirrspiel mit den Zahlen setzt sich an mehreren maßgeblichen Punkten des Energieverbrauchs und der Energiebeschaffung fort: Lt. UVP-Bericht 1. Änderung S.23 beträgt der Strombedarf der U5-Ost ca. 69.200 MWh p.a. Daraus errechnet sich pro Strecken-km für die 5,8 km lange Strecke ein Strombedarf von 11.931 MWh. Lt. Geschäftsbericht 2019 beträgt dieser für die 105,8 km lange Gesamt-U-Bahnstrecke 113.270 MWh = mithin nur 1.070 MWh je Strecken-km. - **Ist also die U5-Ost eine Energieschleuder mit einem 11-fach höheren Stromverbrauch, oder ist das dem 90-Sekundentakt geschuldet?** - Dazu stellen sich noch weitere Fragen: Wer soll diese gewaltigen Strommengen erzeugen, wenn in rund 10 Jahren die U5-Ost in Betrieb gehen soll, bzw. die gesamte U5 in rund 25 Jahren? Wo soll dieser große, emissionsfreie Strombedarf erzeugt werden und steht er dann auch zeitgerecht zur Verfügung? - Und warum sorgt die Hochbahn gemäß ihren Planunterlagen nicht selbst für ausreichend emissionsfreie Energieerzeugung auf ihren großen und geeigneten Flächen (wie Betriebswerkstatt, Waschanlage, Leitstelle, Abstellgleise) statt diese lediglich zu begrünen!

[37]) Kilowatt peak – Leistung des Moduls bei optimaler Sonneneinstrahlung.

[38]) 1.000 € : 0,48 t = 2.083 €

[39]) siehe oben S.21

[40]) An dieser vernichtend schlechten CO_2-Vermeidungs-Bilanz gegenüber der Photovoltaik ändert sich auch dann nichts Grundlegendes, wenn wir als Maßstab die ca. 8,5 Mrd € Baukosten und die – mit unrealistischen 300.000 FG gerechneten – 15.650 Jahres-t CO_2- Einsparungen für die U5-Gesamt betrachten. Die Vermeidung von 1 Jahres-t CO_2 kostet bei der U5 dann immer noch 543‘000 € oder das 260-fache.

[41]) 1,8 Mrd. € :1.204 t = 1‘495‘000 €

[42]) Siehe Fußnote 1)

[43]) Die U5-Ost kostet je Strecken-km das Dreifache und verursacht die ca. 4-fache Menge an CO_2. Vermutlich würde ein Stadtbahnbau wegen der engeren Straßenverhältnisse in Hamburg etwas teurer werden als in Berlin.

Angepasst auf Hamburger Verhältnisse[44]) könnte mit ihr für den halben finanziellen Aufwand in der gleichen Zeit ein ca. 5-fach längeres bzw. engeres Netz öffentlicher Verkehrsverbindungen bei gleichzeitiger Vermeidung von ca. 80 - 90% der baubedingten CO_2-Emissionen errichtet werden.

- Eine verantwortungsvolle öffentliche Planung muss vor der Entscheidung für einen Streckenausbau wie der U5, eine solche Abwägung beinhalten, sowohl aus Gründen der für jegliches Verwaltungshandeln gebotenen sparsamen Mittelverwendung, als auch
- aus Gründen des auf Basis des BVerfG-Beschlusses vom 24.03.2021 erforderlichen Abwägungsgebots zwischen individuellem Gesundheits-/Klimaschutz und anderen persönlichen Grundrechten.

Es bleibt somit ein fundamentales Versäumnis der Hamburger Verkehrs- und Klimaplanungen, dass bei allen Großprojekten, (z.B. der U4 Horner Geest, Autobahndeckel, Groß-Überbauungen, U5-Ost) aufgrund eingereichter Planunterlagen **noch nie** die aus dem Vorhaben resultierenden gasförmigen Emissionen aus der Herstellung der Bauwerke vor Ort, der Herstellung der Baumaterialien, dem Transport und Einbau derselben in den eingereichten Planunterlagen aufgeführt und nach UVPG auf deren Auswirkungen auf die Schutzgüter betrachtet und bewertet und von den zuständigen Behörden in Bezug auf die Plangenehmigung mit berücksichtigt wurden.[45])

[44]) In Hamburg kostet allerdings 1 km U-Bahn das 3,5-fache gegenüber Berlin. Konzediert man einer Hamburger Stadtbahn die 1,75-fachen Kosten je km, wäre der U-Bahn-km immer noch 10-mal teurer als ein Stadtbahn-km.

[45]) Nach unserem Kenntnisstand war die Berliner Studie die erste, die sich mit der Ermittlung der gasförmigen Emissionen aus der Materialherstellung, des Materialtransports und dem Einbau der Materialien befasste und erstmals aufzeigte, welche dramatisch großen gasförmigen Emissionen, wie z.B. aus U-Bahnprojekten resultieren.

Exkurs zum Ökostrom:

Die Hochbahn behauptet, dass sie im Betrieb der U5 nur Strom aus regenerativer Energieerzeugung verwendet und das bereits jetzt für ihr gesamtes Streckennetz praktiziert. Dies wurde von uns oben bei der Ermittlung der „Amortisationszeiten“ zwar so als richtig unterstellt, muss aber deutlich bezweifelt werden.

Wenn lt. Hamburger Klimaplan 2019 die Bereiche Industrie, Handwerk, Gewerbe und Dienstleistungen, die Wohnungswirtschaft usw. die CO_2-Reduktionsziele beim Stromverbrauch nur über echte Bedarfs- / Verbrauchsreduktionen - sowie unter „freundlicher“ Mithilfe der schrittweisen Dekarbonisierung des Bundes-Strommix hin zu einer CO_2-Last je kWh von 0,3 kg - zur Anrechnung bringen dürfen - nicht aber etwa durch Installation von Fotovoltaik[46]), ist es dann nicht eher eine Form der „kreativen Buchführung“, wenn die CO_2-Emissionen des von der Hochbahn verbrauchten Stroms im Jahr 2019 mit einem Federstrich aus dem Geschäftsbericht Klimabilanz verschwinden, weil der Senat mit 16 öffentlichen Versorgern Lieferverträge geschlossen hat, die den Strombedarf der Hochbahn decken sollen?

Dadurch wird weder der Hamburger oder der Bundes-Gesamtstromverbrauch reduziert, noch wird hiermit ein positiver Beitrag zur Dekarbonisierung des Bundes-Strommix geleistet.

[46]) weil diese lt. CO2-Bilanzvorschriften nur in den großen Topf des Bundesstrommixes einzahlt.

10. Fazit:

Es ist unbestritten, dass eine U5 und weitere U-Bahnprojekte die Mobilität in Hamburg verbessern würden, in welchem Umfang auch immer. Das Ausmaß der Zeit- und Beförderungsvorteile ist allerdings genau besehen, ebenfalls recht gering, gemessen am Gesamtvolumen.[47])

Durch diese Studie ist aber nun auch ersichtlich geworden, dass eine U-Bahn den klimapolitischen Anforderungen der Gegenwart nicht gerecht wird und keinen nennenswerten Beitrag zum Klimawandel erbringen kann – im Gegenteil:

- die Emissionen von Luftschadstoffen während der Bauphase durch baubedingte Zusatzverkehre, der Energiebedarf der Baumaschinen und der bei Herstellung der verwendeten Materialien belasten in nicht hinnehmbarem Umfang die Transformationspfade hin zu Klimaneutralität und gefährden die Realisierung der Klimaziele

- die möglichen Einsparungen an CO_2 durch Umstieg von Verkehrsteilnehmern vom Pkw oder Bus auf die U-Bahn in der Betriebsphase kommen 10 Jahre (U5-Ost) bzw. mehr als 20 Jahre (U5-Mitte) zu spät und sind selbst auf Basis heutiger noch relativ hoher Emissionswerte von Pkws und Bussen so gering, dass sie erst nach Jahrhunderten die CO_2-Mengen aufwiegen, die durch den Bau der Strecken verursacht wurden

- wenn Pkws und Busse in den nächsten 10 Jahren in dem Maße CO_2-sparender werden wie geplant, wird selbst dieser Effekt gegen null gehen.

- Durch den Beschluss des BVerfGs vom 24.03.2021 liegt es nun nicht mehr im Abwägungsermessen der staatlichen Organe, ob sie bei Maßnahmen zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit ihrer ÖPNV-Systeme den CO_2-Ausstoß z.B. bei der nach BImSchG und UVPG erforderlichen Überprüfung ihres Handelns, den CO_2-Ausstoß als relevante Größe vernachlässigen – wie sie es bis heute landesweit getan haben.

Daher bedarf die Hamburger „Mobilitätswende“ in Bezug auf den Klimawandel einer kompletten Neubewertung. Selbst eine autofreie Innenstadt würde dann nicht schon per se einen Sinn machen, wenn die dafür notwendigen Investitionen

- **nur unter Inkaufnahme von immensen CO_2-Emissionen erstellt werden können, die sowohl innerorts als auch außerorts auftreten aber in der kommunalen Klimabilanz nicht erfasst werden und / oder**
- **erst dann klimapolitische Früchte abzuwerfen, nachdem 2030 oder 2045 die Klimaziele vermutlich deutlich verfehlt wurden.**

[47]) Auf der Pressekonferenz der Hochbahn am 19.08.2021 (s.o. S.2) wurde diese mit 6,1 Mio. eingesparter Reisestunden jährlich beziffert. Dies mag viel erscheinen. Nimmt man jedoch die täglich 130 Mio. Kilometer, die Hamburger Privatpersonen im HVV-Einzugsgebiet in 2017 lt. Infas-Studie (MID = Mobilität in Deutschland, Infas 2017) zurückgelegt haben und legt eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 20 km/h zugrunde, so ergeben sich knapp 2,4 Mrd. Stunden. Die Einsparung durch die U5-Gesamt beträgt dann gerade einmal 0,25 %.

Eine umweltfreundliche U-Bahn für Hamburg ?

Stehen Mobilitätswende und Klimaschutz im Widerspruch?

Hamburg, 15. September 2021

© COPY RIGHT

Autoren:

Günther Betz
(Dipl.-Ing. Verfahrenstechnik)

Thomas Philipp
(Dipl.-Volkswirt)

Stefan Knittel
(Dipl.-Ing. Maschinenbau)

Bildnachweis:

Abb. 1: Hamburger Hochbahn AG
Abb. 2: Hamburger Hochbahn AG: Angabe Haltestellen ; Notausgänge ● Eigenermittlung
Abb. 3: Erläuterungsbericht U5-Ost: Baufeld: Haltestelle Bramfeld, Notausstieg Heukoppel
Abb. 4: HH Hochbahn AG, https://www.schneller-durch-hamburg.de/u4-horner-geest
Abb. 5: Rückverankerte Schlitzwände (wie Haltestelle Berlin Hbf), Quelle: www.beton.wiki
Abb. 6: Fa. Herrenknecht: Schildvortriebsmaschine
Abb. 7: Haltestelle in offener Bauweise (Foto Archiv Stadt für Menschen, Berlin)

- Anhang-

Eine umweltfreundliche U-Bahn für Hamburg?

Umweltschädliche Emissionen des U-Bahn-Baus am Beispiel des Bauvorhabens U5-Ost Hamburg

Erläuterungen zu **Fußnoten**: (in Excel-Tabellen)

Emissionen Materialtransporte (überwiegend innerstädtisch):
Entfernung 15 km, Fahrzeit 30 Min zuzüglich Leerung-/Rückfahrt 20 Min. = 1 Std.
Einzelne Transporte wurden mit längeren Fahrzeiten und außerstädtischen Relationen gerechnet.

Aushub, Erdbewegungen spez. Gewicht Erdreich 1,8 (Quelle: HH Hochbahn AG)

FN 1:
Abriss Strassenverkehrsflächen, Nebenflächen
U5-Ost: UVP-Bericht 3.4:
70‘000 m2 Straßenverkehrsflächen abzubrechen.
Gemäß ÖKOBAUDAT für Aufbruch Straße, Neubau Straßendecke: 9,152 kg CO2/m2 anzusetzen.
LKW-Fahrzeit innerorts:30 km hin und zurück; 1 Stunde
70‘000m2 * 9,152 kg = 640,64 t CO2

FN 2:
Entsorgung Strassenverkehrsflächen, Nebenflächen + Wiederauffüllung
70‘000 m3 bei einem Ø spez. Gewicht von 2,4 ergibt eine zu entsorgende Menge von 168‘000 t.
Bei einem max. Ladegewicht LKW von 24 t ergeben sich (168‘000 : 24 x 2) 14‘000 Fahrten (incl. Leerfahrten)

FN 3:
Entsorgung der Bau- und Abbruchabfälle
U5-Ost: UVP-Bericht Tabelle 3.1: Übersicht entstehender Bau- und Abbruchabfälle.
Die dort aufgeführten Abfälle (Betonsteifen, Schlitzwand, Haltestellen) betragen in der Summe:
84‘404 m^3, bei einem Ø Spez. Gewicht von 2,4 = 202‘570 t + 5‘971 t Stahlsteifen = 208‘541 t Bau- und Abbruchabfälle

FN 4:
Entsorgung aller Aushubsorten
U5-Ost: UVP-Bericht, Seite 20, Aushubsorten
Die Summe aller Aushubsorten beträgt 1‘556‘900 m^3, bei einem Spez. Gewicht von Ø 1,8 (Angabe Hochbahn auf Info-Veranstaltung) = 2‘802‘420 t an Aushubsorten
Bei einem max. Ladegewicht LKW von 24 t ergeben sich (2‘802‘420 : 24 x 2) 233‘535 Fahrten (incl. Leerfahrten)
Aushub Schildvortrieb:
Ø 11 m, Tunnellänge 3‘460m (328‘648 m^3 Aushub Schild, UVP-Bericht)

FN 5:
Rückverfüllung an Aushub-Material
Davon ausgehend, dass ca. 1/3 der Aushub-Menge nach Zwischenlagerung wieder „rückverfüllt“ wird, ergeben sich daraus die angegebenen Belastungswerte

FN 6:
Umlegungen von Leitungen und Sielen, Rückbau-Länge 3,8 km
UVP-Bericht S. 19, Umlegungen von Leitungen und Sielen, Rückbau-Länge 3,8 km
Annahme (da in den Planunterlagen keine spez. Angaben gemacht wurden):
Gewicht des zu entsorgenden Materials: 5‘000 t, Herbeischaffung des neuen Materials 5‘000 t in Summe: 10‘000 t

FN 7:
Notausgänge: Aushubmenge incl. Rückverfüllung
Kombinierter Notausgang: Offene Bauweise, 12 X 22 m Innenmaß

Außenmaß	Außenmaß	m^3	Tief	m^3 Aushub
14,5 /24,5/355,25	30	10657,5	30m	10657,5

Betontransporte: Spez. Gewicht Beton 2,4

FN 8:
Notausgänge
Betonvolumen. Durchschnittswert aus Originalplänen der PFU , siehe NeR 7

FN 9:
Beton-Transporte Haltestellen ND, SH, BD
In NeR 3 und 4 - unter Verwendung von PFU 06.01.01 – 06.01.08 Bauwerkspläne detailliert ermittelt und abgeglichen und teils korrigiert nach Ausschreibungstext der Hochbahn vom 18.01.2021

FN 10:
Beton-Transporte Haltestelle City Nord
Siehe NeR 3 und 4 - unter Verwendung von PFU 06.01.01 – 06.01.08 Bauwerkspläne detailliert ermittelt und abgeglichen und teils korrigiert nach Ausschreibungstext der Hochbahn vom 18.01.2021

FN 11:
Beton-Transporte Trogbauwerk zwischen Hst.-City-Nord und HSt. Sengelmannstr.
Siehe NeR 5 - unter Verwendung von PFU 06.01.01 – 06.01.08 Bauwerkspläne detailliert ermittelt und abgeglichen und teils korrigiert nach Ausschreibungstext der Hochbahn vom 18.01.2021

FN 12:
Beton-Transport. Tunnel/Trogbauwerk Haltestelle Sengelmann bis Startpunkt TBM
Siehe NeR 5 - unter Verwendung von PFU 06.01.01 – 06.01.08 Bauwerkspläne detailliert ermittelt und abgeglichen und teils korrigiert nach Ausschreibungstext der Hochbahn vom 18.01.2021

FN 13:
Beton-Trans. Startschacht
Siehe NeR 5 - unter Verwendung von PFU 06.01.01 – 06.01.08 Bauwerkspläne detailliert ermittelt und abgeglichen und teils korrigiert nach Ausschreibungstext der Hochbahn vom 18.01.2021

FN 14:
Brückenbauwerk Sengelmannstr. , dazugehörender Beton-Transport und Tieferlegung der Straße
Unbekannt, in FN 27 und FN 47 enthalten

FN 15:
Sohl-Tübbinge
Sohl-Tübbinge dienen der Abstützung der TBM bei der Durchfahrt durch die offenen Baugruben der Haltestellen. Es handelt sich nicht um ganze Tübbingringe sondern nur um eine Art Wanne/Mulde. Lt. Auskunft Herrenknecht wiegt ein solcher Ring je lfdm. ca. 15 to. Diese Teile werden nur in den Haltestellen ND, SE und BD benötigt. Sie werden nach dem Einsatz abgebrochen und entsorgt – daher wurde die Strecke doppelt gerechnet 1.200 m statt 600 m Haltestellen).

Fahrzeit 6 Std.
Herstellung der Tübbinge erfordert Know-How. Genauer Herstellort unbekannt. Vermutl. größere Entfernung, daher 6 Std Fahrzeit.
Maßangaben Lt. Auskunft Fa. Herrenknecht (Hersteller TBM)

FN 16:
Antransport der Tübbinge
Herbeischaffung der Tübbings ab Fabrik, alternativ der Rohstoffe: Zement, Sand, Kies, Zuschlagstoffe, wenn vor Ort die Tübbings hergestellt werden sollen.
Für die Aussteifung der Tunnel- Röhre werden Tübbings mit folgenden Kennzahlen eingesetzt:
Tübbing Breite: 2 m -

Tübbing Dicke: 45 cm -
Tunnel-Innen-Durchmesser: 9,6 m
Tunnel-Außen-Durchmesser: 10,5 m -
1 Tübbing-Ring besteht aus 6 großen Teilen à 10,5 Tonnen = 63 Tonnen
1 kleinen Schlußstein à 2,65 Tonnen
1 Gesamtring: (63 + 2,65) 65,65 Tonnen
Je lfdm Tunnelstrecke 65,65/2= 32,825 to
Länge des Tunnels berechnet aus Plänen in den PFU 03.03
Fahrzeit LKW 6 Std.
Herstellung der Tübbinge erfordert Know-How. Genauer Herstellort unbek. Vermutl. größere Entfernung, daher 6 Std Fahrzeit.
Maßangaben Lt. Auskunft Fa. Herrenknecht (Hersteller TBM)

FN 17:
Beton-Füllmaterial (zwischen Tübbing und Ausbrüchen im Gestein)
Herbeischaffung von Beton (Zement, Sand, Kies, Zuschlagstoffe) zum Ausfüllen des Zwischenraums zwischen Tübbing-Außenring und Baugrund-Ausbrüchen, diese betragen zwischen 17 und 25 cm, gerechnet wird mit 22 cm-Spalt.
Rechnung:
Volumen des Außen-Durchmessers, erweitert um Ausbruch-Spalt, abzüglich Volumen des Außen-Durchmessers.
Durchmesser 10,5 m + 2 x 0,22 m = 10,94 m, Radius = 5,47
Durchmesser 10,5; Radius = 5,25

$3{,}14*5{,}47^2$m*3'596 m = 337'850 m^3
$3{,}14*5{,}25^2$m*3'596 m = <u>311'220 m^3</u>
26'630 m^3 müssen in Spalt verfüllt werden.
26'630 m^3 Beton wiegen (26'630*2,4) 63'912 t.

FN 18:
Betonschwellen
Länge des gesamten, im Rahmen des Bauvorhabens neu zu schaffenden Schienenweges wurde aus den PFU ermittelt. Zu den bekannten und aus den Plänen auch reproduzierbaren 5,8 km Fahrstrecke von Prellbock City-Nord bis Prellbock ZS Heukoppel wurden aus den Plänen für die weiteren Abstellgleise, die Gleise der Betriebswerkstatt, der Waschanlage und der Weichenharfen und Umlegung der Gleise der U1 hinzugerechnet. Hieraus ergaben sich zusätzlich 5.630 m an Gleislänge

FN 19:
Zuganker für UWB-Sohlen, Schlitzwände und Bohrpfahlwände
Aus den anhand detaillierter Nachmessungen aus den Bauplänen der PFU ermittelten Flächen für die Schlitzwände, die Bohrpfahlwände und die UWB-Sohlen wurde die Anzahl der Zuganker ermittelt. Es wurde mit eine mittleren Abstand von 3x3 m ausgegangen (siehe auch Berliner Studie). Daraus ergeben sich 0,11 Anker je m².
Für den Durchmesser des Bohrers wurde von 8 cm ausgegangen.

Stahltransporte

FN 20:
Abbau und Wiederaufbau von 2 Fußgängerbrücken
Es waren keine Angaben hierzu in den Planunterlagen erhältlich. In FN 27 und 47 pauschal enthalten
FN 21:
Gesamter Betonstahl für offene Baustellen ohne Stahl für Tübbinge
Aus den oben ermittelten Gesamtmengen des bewehrten Betons (Gesamter Beton ./. Bewehrungsstahl der Tübbinge und des unbewehrten Füllbetons für den Bohrschlitz zwischen Tunnelaußenwand und Erdreich) und unter Hinzuziehung der Angaben zur Menge des Bewehrungsstahls aus der Ausschreibung der Hochbahn vom 18.01.2021 konnte der Gewichtsanteil Stahl zu Beton von 3,71% ermittelt werden.

FN 22:
Bahngleise für U5-Fahrstrecke
1 m Bahnschiene wiegt lt. Literatur 50 kg. Die gesamte Fahrstrecke hat 4 Schienen– Die Länge ergibt sich aus Fn. 18

FN 23
Weitere Gleise (Abstellgleise auch für Betriebswerkstatt, Waschanlage usw.)
Siehe Fn. 22 und Fn. 18 , Fahrstecke besteht aus 2 parallelen Gleisen mit 4 Schienen, die übrigen Längen wurden als Einzelgleis (2 Schienen) ermittelt.

FN 24:
Stromschienen
für das gesamte neu zu schaffende Gleisnetz U5-Ost, insgesamt 17.230 m lang – eine Stromschiene wiegt lt. Berliner Studie 10 kg pro lfm. Gleis

FN 25:
Zuganker für UWB-Sohlen, Schlitzwände und Bohrpfahlwände
Lt. Berliner Studie wiegt der Stahlkern des Zugankers 252,89 kg
Anzahl der Anker siehe Fn. 19

Sonstige Materialien

FN 26: FN 27:
An- und Abtransport aller Maschinen und Vorrichtungen
Gewicht geschätzt (Auflistung unvollständig)
Emissionen aus Transporten
•aller Bau-Maschinen und Vorrichtungen zu Baubeginn und nach Bauende
•Verlegungsfahrten der verschiedenen Baumaschinen, Vorrichtungen, Anlagen von einer offenen Baustelle zur anderen
•Fahrten für alle Baustellen-Absicherungsvorrichtungen (auch Beschilderungen)
•Für Abdeckplatten (Stahl)
•Neuer Bepflanzungen
•TBM
•Seperationsanlagen
•Bentonit-Aufbereitungs-Anlagen mit Rückgewinnung
•Wasser-Aufbereitungs-Anlagen
•neuer Brücken
•temporäre Schallschutzwände
•neuer Schallschutzwände
•neuer Sanitärinstallationen,
•Fliesen, Verkleidungen, Türen, Geländer - auch für Trogstrecken
•aller Elektro-, Steuerungs-Installationen, Elektronikbauteile, Kabel, in Haltestellen, Tunnel, Notausgängen, Schaltkästen entlang der Strecke
•Rohre, Schächte
•Signalanlagen und Sicherungseinrichtungen
•Ausbaumaterial Haltestellen (wie Rolltreppen, Aufzüge, Treppen, Geländer, Bänke, Glasinnentüren und Trennwände zur Gleis-Absicherung, Verglasungen ….)
•Ausbaumaterial für Notausgänge (wie Treppen, Löschleitungsrohre, Absperrgitter und Türen, Außen- Sicherung)
• Laufstege für Fluchtweg entlang der Tunnelstrecke
•Material für Gebäude-Konstruktionsaufbau und Innenausbau der sekundären Leitstelle, samt Technik-Ausstattung und aller anderen Einrichtungsgegenstände (wie Belüftungsanlage, Kühlanlage, Heizung)
•Material für Gebäude-Konstruktionsaufbau und Innenausbau der Waschanlage, samt Waschanlagentechnik (Be-, Entlüftung, Heizung)
•Material für Gebäude-Konstruktionsaufbau und Innenausbau der Betriebswerkstatt, samt aller Maschinen und Vorrichtungen für den Betrieb der Betriebswerkstatt
•Alle Bauteile für die oberirdische Haltestelle Sengelmannstraße
•Material für Überwerfungsbauwerk U1 – U5 nach Sengelmannstraße
•Entwässerungs-, Sumpfpumpen mit Leitungen
Alle für den Tiefbau der aufgeführten Anlagen notwendigen Teile wie.
•Zement
•Sand
•Kies
•Zuschlagstoffe
•Stahl
•Alle zum Fahrbetrieb notwendigen und bestellten U-Bahn-Züge
•Ersatzteile für Fahrzeuge und Einrichtungen
u.v.m.

Die Auflistung hier, von Maschinen, Anlagen, Vorrichtungen, Teilen usw. kann nicht vollständig sein, in den Planunterlagen gibt es darüber keine Angaben, auch keine Gewichtsangaben der Maschinen und Vorrichtungen.
Für die Berechnung der Emissionen aus dem Transport wurde ein pauschaler Wert eingesetzt

FN 28:
Schotter für die Verlegung der Gleise
Gleisbett: Breite und Tiefe wurde aus PFU -Plänen Querschnitte z.B. Haltestelle Bramfeld entnommen, Länge des Gleisbettes entspricht Länge des gesamten neu zu bauenden Schienenstranges, siehe auch Fn. 22 u 23

Emissionen bei der Herstellung der Rohstoffe und Teile

Betonherstellung: durch 1 t Beton werden lt. Literatur 0,587 t CO2 erzeugt

FN 29:
Materialherstellung Notausgang: Beton-Menge gesamt
siehe Volumen und Gewicht siehe Fn. 8

FN 30:
Materialherstellung 3 Haltestellen, NH, SE, BD
Volumen und Gewicht kann aus Tabelle ermittelt werden, siehe Fn. 9

FN 31:
Materialherstellung Tübbinge
Volumen und Gewicht kann aus Tabelle ermittelt werden, siehe Fn. 16

FN 32:
Herstellung der Sohltübbinge
Volumen und Gewicht kann aus Tabelle ermittelt werden, siehe Fn. 15

FN 33:
Herstellung des Beton-Füllmaterials für den Ringspalt
Volumen und Gewicht kann aus Tabelle ermittelt werden, siehe Fn. 17

FN 34:
Materialherstellung Haltestelle City Nord
Volumen und Gewicht kann aus Tabelle ermittelt werden, siehe Fn. 10

FN 35:
Materialherstellung Trogbauwerk zwischen Hst.-City-Nord und HSt. Sengelmannstr.
Volumen und Gewicht kann aus Tabelle ermittelt werden, siehe Fn. 11

FN 36:
Materialherstellung Tunnel Haltestelle Sengelmann bis Anfang Startschacht
Volumen und Gewicht kann aus Tabelle ermittelt werden, siehe Fn. 12

FN 37:
Materialherstellung Startschacht
Volumen und Gewicht kann aus Tabelle ermittelt werden, siehe Fn. 13

FN 38:
Material für Betonschwellen
Volumen und Gewicht kann aus Tabelle ermittelt werden, siehe Fn. 18

FN 39:
Zuganker für UWB-Sohlen, Schlitzwände und Bohrpfahlwände
Volumen und Gewicht kann aus Tabelle ermittelt werden, siehe Fn. 19

FN 40:
Waschanlage, Betriebswerkstatt, Sekundäre Leitstelle, Umbau Haltestelle SE
Dieser Wert musste komplett geschätzt werden, da in den PFU jegliche Angabe hierzu fehlte

Stahlherstellung

bei der Herstellung 1 to Stahl werden lt. Literatur 1,5 to CO2 erzeugt

FN 41:
Stahlherstellung Stahlanteil für alle Betonteile außer Tübbinge
Volumen und Gewicht der aller Betonteile außer Tübbinge kann aus der Tabelle ermittelt werden, siehe Fn. 8-19

FN 42:
Stahlherstellung des Bewehrungsstahls für Tübbinge
Volumen und Gewicht der Tübbinge kann aus Tabelle ermittelt werden, siehe Fn. 16

FN 43:
Stahlherstellung der Bahngleise für Fahrstrecke
Das Gewicht des für die Gleise der Fahrstrecke eingesetzten Stahls kann aus der Tabelle ermittelt werden, siehe Fn. 22

FN 44:
Weitere Gleise (Abstellgleise auch für Betriebswerkstatt, Waschanlage usw.)
Das Gewicht des für die Gleise der Fahrstrecke eingesetzten Stahls kann aus der Tabelle ermittelt werden, siehe Fn. 23

FN 45:
Stromschienen
Das Gewicht des für die Gleise der Fahrstrecke eingesetzten Stahls kann aus der Tabelle ermittelt werden, siehe Fn. 24

FN 46:
Zuganker für UWB-Sohlen, Schlitzwände und Bohrpfahlwände
Das Gewicht des für die Gleise der Fahrstrecke eingesetzten Stahls kann aus der Tabelle ermittelt werden, siehe Fn. 25

FN 47:
Sonstige Materialien
(Emissionen aus Herstellung)
Herstellung von:
•TBM
•neuen Brücken
•neuer Schallschutzwände
•Sanitärinstallationen,
• Fliesen, Verkleidungen, Türen, Geländer - auch für Trogstrecken
•aller Elektro-, Steuerungs-Installationen, Elektronikbauteile, Kabel, in Haltestellen, Tunnel, Notausgängen, Schaltkästen entlang der Strecke
•Rohre, Schächte
•Signalanlagen und Sicherungseinrichtungen
•Ausbaumaterial Haltestellen (wie Rolltreppen, Aufzüge, Treppen, Geländer, Bänke, Glasinnentüren und Trennwände zur Gleis-Absicherung, Verglasungen ….)
•Ausbaumaterial für Notausgänge (wie Treppen, Löschleitungsrohre, Absperrgitter und Türen, Außen- Sicherung)
• Laufstege für Fluchtweg entlang der Tunnelstrecke
•Material für Gebäude-Konstruktionsaufbau und Innenausbau der sekundären Leitstelle, samt Technik-Ausstattung und aller anderen Einrichtungsgegenstände (wie Belüftungsanlage, Kühlanlage, Heizung)
•Material für Gebäude-Konstruktionsaufbau und Innenausbau der Waschanlage, samt Waschanlagentechnik (Be-, Entlüftung, Heizung)
•Material für Gebäude-Konstruktionsaufbau und Innenausbau der Betriebswerkstatt, samt aller Maschinen und Vorrichtungen für den Betrieb der Betriebswerkstatt
•Alle Bauteile für die oberirdische Haltestelle Sengelmannstraße
•Material für Überwerfungsbauwerk U1 – U5 nach Sengelmannstraße
•Entwässerungs-, Sumpfpumpen mit Leitungen
•Alle zum Fahrbetrieb notwendigen und bestellten U-Bahn-Züge
•Ersatzteile für Fahrzeuge und Einrichtungen
u.v.m.

Die Auflistung hier, von Maschinen, Anlagen, Vorrichtungen, Teilen usw. kann nicht vollständig sein, in den Planunterlagen gibt es darüber keine Angaben, auch keine Gewichtsangaben der Maschinen und Vorrichtungen.
Für die Berechnung der Emissionen aus der Herstellung wurde ein pauschaler Wert eingesetzt

Emissionen aus Energieverbrauch durch baubedingten Maschinen-Einsatz

FN 48:

Energiebedarf Schildvortrieb

Energiebedarf Schildvortrieb

Es fallen laut UVP-Bericht, S. 145, Tabelle 8.5 durch den Schildvortrieb 314‘526 m^3 an Abraum an.

Lt. Hersteller einer Schildvortriebsmaschine (Herrenknecht) ist mit folgenden Leistungswerten zu rechnen:

- TVM : 7‘000 – 9‘000 KWh (gerechnet mit **8‘000** kWh)
- Kreislaufpumpen (Slurry): 5‘000 – 6‘000 kWh (gerechnet mit **5‘500** kWh)
- Separationsanlage: 1‘750 kWh

Hochgerechnet auf die vom Vorhabenträger angegebenen ca. 2,5 Jahre (912,5 Tage à 24 h) Einsatzzeit für den Schildvortrieb der 3‘596 m langen Tunnelstrecke (Gesamtlänge U5-Ost: 5‘800 m) bedeutet dies:

(Leistungswert*Tage*h/Tag)

- TVM: 175‘200‘000 kWh
- Kreislaufpumpen: 120‘450‘000 kWh
- Separationsanlage: 38‘325‘000 kWh

Gesamt: 333‘975‘000 kWh

Umgerechnet mit dem Deutschland-Mix für den grauen Energieanteil von 400 g CO_2 / kWh bei der Stromerzeugung, verursachen die 333‘975‘000 kWh für den Schildvortrieb eine CO_2-Menge von kWh*0,4 kg CO_2 / kWh:1‘000 (Umrechnung in Tonnen)

333‘957‘000 kWh*0,4 kg CO_2/kWh: 1‘000 = 133‘590 t CO_2 für den Schildvortrieb

FN 49:

Energiebedarf "übrige Separationsanlagen“

Da auch mindestens 2 weitere Separationsanlagen immer an den offenen Baustellen notwendig sind (auf Grund der Grundwassersituation immer Nassaushub), verursachen auch diese auf Grund des grauen Stromanteils CO_2

kWh*2 Anlagen*912,5 Tage*24 h

1‘750*2*912,5*24 = 76‘650‘000 kWh

Umgerechnet mit dem Deutschland-Mix für den grauen Energieanteil von 400 g CO_2 / kWh bei der Stromerzeugung, verursachen die 76‘650‘000 kWh für die beiden Separationsanlagen eine CO_2-Menge von kWh*0,4 kg CO_2 / kWh*1‘000 (Umrechnung in Tonnen)

76‘650‘000 kWh*0,4 kg CO_2/kWh: 1‘000 = 30‘660 t CO_2 für die beiden zusätzlichen Separationsanlagen.

FN 50:

Energiebedarf "offene Baustellen"

Energiebedarf offene Baustellen:

Die Aushub- und Abraum-Mengen der U5-Ost werden vom Vorhabenträger wie folgt angegeben:

- Schildvortrieb: 314‘526 m^3
- Offene Baustellen: 1‘242‘374 m^3
- Gesamt: 1‘556‘900 m^3

Das Verhältnis der Anfall-Mengen des „Schildvortriebs : offene Baustellen“ beträgt: 1 : 3,95

Davon ausgehend, dass der vollautomatische und koordinierte Schildvortrieb gegenüber dem Bauablauf an den offenen Baustellen effizienter ist (zumindest gleich effektiv ist) wie das Ausheben des Abraums durch die verschiedenen Baumaschinen und Vorrichtungen, ist es mangels fehlender Angaben des Vorhabenträgers legitim, den Energiebedarf für die Erstellung der offenen Baustellen im vorher genannten Verhältnis hochzurechnen und noch 10 % Zuschlag zu erheben

Energiebedarf Schildvortrieb: 333‘975‘000 kWh

Energiebedarf „offene Baustellen“: 1‘319‘201‘250 kWh (kWh Schildvortrieb*Faktor 3,95)

1‘459‘359‘661 kWh mit 10 % Zuschlag

Umgerechnet mit dem Deutschland-Mix für den grauen Energieanteil von 400 g CO_2 / kWh bei der Stromerzeugung, verursachen die 1‘459‘359‘661 kWh für die offenen Baustellen eine CO_2-Menge von:

kWh*0,4 kg CO_2 / kWh : 1‘000 (Umrechnung in Tonnen)

1‘459‘359‘661 kWh*0,4 kg CO_2/kWh: 1‘000 = 583‘744 t CO_2 für die offenen Baustellen

FN 51:

Energie-Bedarf Wasserhaltung "Grundwasser"

UVP-Bericht, S. 149, 8.4.1 Baubedingte Wirkungen auf das Grundwasser:

Im Zuge der Wasserhaltungsmaßnahmen fallen bauzeitlich ca. 6‘300‘000 m^3 **Grundwasser** an.

Bei diesen gewaltigen Wassermengen kann angenommen werden (keine Angaben in den Planunterlagen vorhanden!) dass Pumpen in der Größenordnung von min. 1‘000 kWh installiert werden müssen.

Bei einer Einschaltzeit von 30% der Bauzeit von 9,5 Jahren (geschätzt), ergäbe sich ein Energiebedarf von:

1‘000 kWh*1‘040 Tage * 24= 24‘960‘000 kWh und bezogen auf CO_2

24‘960‘000 kWh*0,4 kg Co_2 / kWh : 1‘000 = 9‘948t CO_2

FN 52:

Energie-Bedarf Wasserhaltung "Bauwasser"

UVP-Bericht, S. 152, 8.4.3 Baubedingte Wirkungen auf das Oberflächenwasser:

Im Zuge der Wasserhaltungsmaßnahmen fallen bauzeitlich ca. 6‘400‘000 m^3 **Bauwasser** an.

Bei diesen gewaltigen Wassermengen kann angenommen werden (keine Angaben in den Planunterlagen!) dass Pumpen in der Größenordnung von min. 1‘000 kWh installiert werden müssen.

Bei einer Einschaltzeit von 60% in der Bauzeit von 9,5 Jahren (geschätzt), ergäbe sich ein Energiebedarf von:

1‘000 kWh*2‘080 Tage * 24 h = 49‘920‘000 kWh und bezogen auf CO_2

49‘920‘000 kWh*0,4 kg CO_2 / kWh : 1‘000 = 19‘968 t CO_2

FN 53:

Energiebedarf Wasser-Aufbereitungsanlagen (3)

In Anlage 15.02.1 S23, unter Pkt. 8: Wasseraufbereitung werden zum Energiebedarf (Betrieb) der Wasseraufbereitung keine Angaben gemacht!

Annahme:

Installierte Leistung einer Wasseraufbereitung: 600 kWh

Anzahl an Anlagen: 3

Einschaltzeit : 2‘080 Tage a 24 h

600 kWh*2‘080 Tage*24 h = 29‘952‘000 kWh für 1 Anlage, für **3** Anlagen (29‘952‘000*3) = 89‘856‘000 kWh

89‘856‘000 kWh*0,4 kg CO_2 /kWh : 1‘000 = 35‘942 t CO_2

FN 54 / 55:

Anteile der verschiedenen Baumethoden an den Emissionen – offene Bauweise versus Tunnelbau

Aus dem Gesamtbetrag der Emissionen wurde der Anteil der von tunnelbezogenen Baumaßnahmen verursachten Emissionen abgezogen:

Pos. 4 (zu 50%), 15, 16, 17, 18 (zu 30%), 28 (zu30%), 31, 32, 33, 37, 38 (zu30%),42, 43 (zu 40%), 45 (zu 30%) , 48, 49. -

Hieraus ergab sich die Summe der Emissionen aus offener Bauweise.

Durch Ermittlung der Differenz zwischen der Summe aller Emissionen und den Emissionen der offenen Bauweise wurde die Summe der vom Bau der Tunnelstrecke verursachten Emissionen berechnet.

Hamburg im März 2021

Weitere Rechengrundlagen:

- 1 m^3 Beton wiegt 2,4 Tonnen
- Einbau wasserundurchlässiger Stahlbeton: 1m^3 emittiert 1,84 Tonnen CO_2
- Erzeugung 1 Tonne Rohstahl: ca. 1,5 t CO2-Äquivalente
  Erzeugung 1 Tonne Zement: ca. 587 kg CO2-Äquivalenten
- Förderung von Sand, Kies: ca.: 0,1 t CO2 pro gewonnenen 1 m^3
- Aufbereitung der Beton-Bestandteile und Einbringung: Ø Zuschlag 10%
- Laufender Meter Stahlschiene: 50 kg und verursacht bei der Herstellung 75 kg CO_2.
  Umgerechnet auf 1 km Gleis (2*75 kg CO_2 * 1‘000) = 150 t CO_2
- Schotterschicht: 1,97 t je laufendem Meter Strecke
  (CO_2-Äquivalent 0,1 t CO_2 pro t Schotter)
- Betonschwellen: Schwellen (Typ B 70) aus RAIL.ONE Datenblatt
  Abstand alle 80 cm
  Schwellen-Gewicht 280 kg (ohne Befestigungen)
- Stromschiene: (Alu-Stahl-Sandwich)
  1 Meter Stromschiene wiegt 10 kg
  Verursacht bei Herstellung 170 kg CO_2 (Angabe übernommen aus Berliner Studie)
  Für Stromschienenträger auf jeder 8. Schwelle, Abdeckungen und Einbau wird 20% zugeschlagen, das sind dann 204 kg CO_2 für 1m
- Bodenanker: Ankerraster 3 m, Gewicht: 252,89 kg pro Anker ohne Beton, Bohr-Durchmesser 8 cm
- Aufbruch Straße, Neubau Straßendecke: 9,152 kg CO_2/m^2 (Ökobaudat)
- Gleisschotter (Körnung 32-63) mit einem spez. Gewicht von 1,40 t/m^3
  Schotterhöhe 35 cm, CO_2-Äquivalent von 0,1 t CO_2 pro Tonne Schotter-Material
- Spez. Gewicht Aushub: (Quelle: HH Hochbahn AG, Info-Verantaltung): 1 m^3 = 1,8 t (Durchschnittswert)
- Ladegewicht LKW (durchschnittlich) 24 t
- Aufschüttung auf fertige Haltestelle: Höhe 3,5 m
- zur Berechnung des Füllzements zum Ausfüllen des Ringspalts (um TBM) wird eine durchschnittliche Spaltweite von 22 cm angenommen.

Nebenrechnungen: (NeR)

NeR 1:

CO2-Emission eines LKWs 22.03.2021

Quelle: Www.Oekobaudat.de Datenbank 22.03.2021

				g	to	km je Strecke	to km	g CO2 je Strecke	kg CO2 je Strecke	kg CO2 je Hin- und Rück Tour		
Kennzahl (siehe Quelle)	0,0897 kg/to/km	Berechnung		89,69	24	15	360	32288	32,29	64,58	ca.	64,6 kg CO2
											Mittelwert	62,0 kg CO2

Quelle: ACEA Paper:CO2emissionsfromheavy-dutyvehicles–PreliminaryCO2baseline(Q3-Q42019)

S.5 Unsere LKW-Kategorie 5-RD > 16 to Zuladung 84 g CO2/km to

				g	to	km je Strecke	to km	g CO2 je Strecke	kg CO2 je Strecke	kg CO2 je Hin- und Rück Tour		
Kennzahl (siehe Quelle)	84 g/to/ km	Berechnung		84	24	15	360	30240	30,24	60,48	ca.	60,5 kg CO2

Quelle: Umweltbundesamt

Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Güterverkehr

https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten#tabelle

Bezugsjahr 2019

Quelle: Umweltbundesamt uba_emissionstabelle_gueterverkehr_2019.pdf

				g	to	km je Strecke	to km	g CO2 je Strecke	kg CO2 je Strecke	kg CO2 je Hin- und Rück Tour		
Kennzahl (siehe Quelle)	113 *) g/to/ km	Berechnung		113	24	15	360	40680	40,68	81,36	81,36 kg	CO2**)

*) inkl. CH_4 und N_2O

**) weist größenordnungsmäßig in die gleiche Richtung, jedoch nicht vergleichbar

NeR 2:

Tunnel Haltestelle City Nord bis Haltestelle Sengelmannstraße

Betonvolumen

			Berechnung Th. Philipp	lt. Ausschreibung vom 18.01.21	
Tunnel	Gleiswechselstrre Fahrstrecke und Abstellanlage				
Innenwand					
Länge	300	400	700		
Höhe	7	7			
Breite	20	9			
Wandstärke	1	1			
Beton Volumen Innenwand	**19.440**	**12.800**	**32.240**	**48.000**	
Schlitzwand					
Länge			700		
Tiefe			21		
Wandstärke	1	1			
Betonvolumen Schlitzwand			**29.400**	**50.000**	
UWB-Sohlen				**1.800**	
Aufbeton				**1.200**	
Gesamt Betonvolumen			**61.640**	**101.000**	
Gesamt Betongewicht	**Faktor**	**2**	**147.936**	**242.400**	
Betonstahl				**in kg 9.000**	**3,7%**
Brückenbauwerke				**550**	
Erdarbeiten cbm				**200.000**	

NeR 3:

Haltestelle Nordheimstraße

Abmessungen- Betonvolumen

erste Maße		Breite Schalterhalle	Länge	Höhe	Dicke	Fläche qm	Volumen cbm
Querschnitt		101			1,4		
Höhe Schalterhalle 15,96				15,96			
	Decke				1,73		
	Wand				1,15		
Breite Bahnsteigebene		18,34		15,75	1,31		
Höhe Bahnsteigebene							
Längsschitt			177		7,5		
Decke					1,6		

Berechnungen im Einzelnen		Breite m	Länge m	Höhe m	Fläche qm	Dicke m	Volumen cbm
1 Schlitzwand			718,2	36,0	25.855,2	1,5	38.782,8
2 Bodenkonstruktion Mittelteil Fahr- bzw. Bahnsteigsbereich							
Gesamt Fahrbereich			180,0				
./. Breite Westbauwerk			-14,8				
./. Länge Ostbauwerk			-73,9				
Bahnsteigsbereich		18,0	91,3		1.643,6	7,6	12.491,2
3 Fläche Außenwände Westausgangsbauwerk							
Querbau		14,8	102,9		1.521,3		
Ausgangsfinger	Nord	6,2	22,0		135,5		
	Süd	6,2	36,0		221,8		
Summe					1.878,6		
	Boden-Konstruktion Westtbauwerk				1.879,0	7,6	14.280,4
	Decke Westbauwerk				1.879,0	1,5	2.724,6
4 Fläche Außenwände Ostausgangsbauwerk		32,1	73,9		2.374,0		
	Boden-Konstruktion Ostbauwerk				2.374,0	7,6	18.042,3
	Decke Ostbauwerk				2.374,0	1,5	3.442,3
5 Decke Mittelteil Fahr- bzw. Bahnsteigsbereich		18,0	91,3		1.643,6	1,6	2.629,7
6 Zuschlag für Zwischendecken Fußgänger-/Passagierebenen							
	Gesamtfläche Bauwerk				5.896,2	0,8	4.422,1
7 Bauwerksaußenwände ohne Mittelteil Fahrbereich			718,2				
	./. Fahrbereich Mittelteil Nordwand		93,9				
	./. Fahrbereich Mittelteil Südwand		84,7				
			539,6	22,5	12.141,0	1,2	14.569,2
8 Außenwände im Fahrbereich	Fahrbereich Mittelteil Nordwand		93,9				
	./. geneigte Bereiche		45,0				
	nur waagerechter Bereiche		48,9	14,3	701,2	1,2	841,5
	nur geneigte Bereiche		45,0	20,0 *)	900,0	1,2	1.080,0

NeR 3 Teil 2:

	Fahrbereich Mittelteil Südwand	84,7				
./.	geneigte Bereiche	35,8				
	nur waagerechter Bereiche	48,9	14,3	701,2	1,2	841,5
	nur geneigte Bereiche	35,8	20,0 *)	716,0	1,2	859,2
Summe Betonvolumen NH						**115.006,7**

*) *durchshnittlich berechnet*

Aushubtiefe			**29,24**	
Bauwerksfläche netto Schlitzwand innen			**5.896,2**	
Bauwerksfläche netto Schlitzwand außen	**Faktor**	**1,081008**	**6.373,8**	
Baugrubenvolumen NH				**186369,63**

Schlitzwand Länge beginnend Nordost-Ecke Uhrzeigersinn	
	73,91
1	107,1
2	-22,26
3	39,92
4	17,66
5	37,6
6	22,9
7	22,9
8	11,31
9	15
1011	10,4
12	12,9
13	36,7
14	8,86
15	37,46
16	37,98
17	-8,86
18	17,89
19	38,52
20	9,12
21	64,1
22	73,91
23	40,04
24	
25	2,2
26	5,47
27	5,47
Summe	718,2

NeR 4:

Haltestelle Bramfelder Dorfplatz

Abmessungen- Betonvolumen

Berechnungen im Einzelnen			Breite m	Länge einzel	Länge gesamt	Höhe m	Fläche qm	Dicke m	Volumen cbm	Summe Volumen Bauteil	Summe Schlitzwände
Schlitzwand	Umfassung				553,5	48,4	26.777,4	1,2	32.132,8		
	Querwände	West	1		36	48,4	1741,68	1,2	2.090,0		
		Mitte	3		16	48,4	2322,24	1,2	928,9		
		Ost	1		30	48,4	1451,4	1,2	1.741,7		
					71						
Summe Schlitzwände Hauptbauwerk							32.292,7			36.893,4	
Fußgängertunnel											
Umfang	siehe unten		1		154,44	37,7	5828,5656	1,2	6.994,3		
Querschott			1		5,8	37,7	218,892	1,2	262,7		
							6047,4576				
Summe Schlitzwände Fußgängertunnel										7.256,9	44.150,4
Bauwerksaußenwände											
Länge Schlitzwand	553,5 ./.										
Abzug für Innenwand	24			=	529,5	nachrichtlich					
Abschnitt 1 Nord und Südseite waagerecht			1 siehe H85	138	137,97	19,4	2676,618	1,2	3.211,9		
Abschnitt 1 Nord und Südseite geneigt			2	30,37	60,74	15,8	959,692	1,2	1.151,6		
Abschnitt 2 Mitte			2	84,5	169	13,3	2247,7	1,2	2.697,2		
Abschnitt 3 Nord und Südseite waagerecht			2	36	72	19,4	1396,8	1,2	1.676,2		
Abschnitt 3 Nord und Südseite geneigt			2	30,37	60,74	15,8	959,692	1,2	1.151,6		
Frontwand Ost			1	32	32	19,4	620,8	1,2	745,0	10.633,6	
Summe Wände					532,45						
Fußgängertunnel											
Wände	Umfang	siehe unten			147,64	4,7	693,908	1,3	895,1		
	Decke, Boden Tunnelgang		2	60	120	7,3	874,8	1,1	997,3		
	Decke Boden Fahrstuhlraum		1	9,91 12,17			120,6047	1,1	137,5	2.029,9	

Innentrennwände	dick		insgesamt	200	19,4	3880	0,8	3.104,0	
Zuschlag für dünne Wände				100	15,8	1580	0,4	632,0	
									3.736,0
Grundflächenberechnung									
Fläche Ostbauwerk	Schl.Wand	außen	32,08	73,01		2.342,2			
		innen	30,08	72,01		2.166,1			
Fläche Westbauwerk	Schl.Wand	außen	36,05 mittel	78,03		2.813,0			
		innen	34,5 mittel	77,03		2.657,5			
Fläche Mitte- Bahnsteigteil			18,04	84,5		1524,38			
Schlitzwand innen			16,04	84,5		1.355,4			
Summe fläche	Schl.Wand	außen				6.679,5			
		innen				6.179,0			
Netto/Brutto Faktor						0,92506253			
Betonvolumen Boden und Decken									
Bodenkonstruktion - Beton						6.179,0	4,9		30.277,0
Decke						6.179,0	1,4		8.650,6
Zwischendecke	West		45	18		810	0,8		648
Zwischendecke	Ost		41,5	18			0,8		0

Summe Betonwände und -decken BD 100.125,4

Summe fläche	Schl.Wand	außen	6679,5
Tiefe der Baugrube bis Aushubsohle		mittlerer Wert	30,09
Baugrubenvolumen BD			200986,8

		qm UWB Sohle	Pfähle je qm	Anzahl Pfähl	kg je Anker	kg gesamt
Rückverankerungen UWB-Sohle	Anzahl Pfähle	6.179,0	0,13	832	252	209689,723

Nachrichtlich: Tunnelvolumen TBM

Länge Tunnel	Querschnitt Ausbruchröhre	
m	qm	cbm
4000	102,0186	408074,4

lfd Nr.	Schlitzwand		Bauwerk Westbauteil waagerechter Teil
Hauptbauwerk			
1	73		
2	84		
3	78		
4	0	Zusatz f Schräge	47,58
5	28,67		26,86
6	21,65		19,2
7	38,16		35,8
8	194		8,53
9	36		
	553,48		138

Fußgängertunnel	Schlitzwand	Bauwerk
1	60	57
2	3,5	2,5
3	9,91	9,1
4	14,67	11,37
5	10,7	12,5
6	37,49	37
7	1,6	1,6
8	16,57	16,57
	154,44	147,64

NeR 5:

Tunnel Haltestelle Sengelmannstraße bis Startpunkt TBM

Betonvolumen

Nebenrechnungen

		Streckenpunkt bei km	von -bis Länge
Startpunkt TBM			
= Startschacht Ostwand	SW inne	770	770
Startschacht Westwand	SW inne	709	
daraus folgt Länge Startschacht			
Strecke Richtg Westen			
bis Beginn Doppeltunnel		54	
daraus folgt:			
Ende Kompakttunnel			
= Startpunkt Ri Westen Doppeltunnel		655	655
Länge Kompakttunnel			115
Ende Doppeltunnel Ri Westen - km-Punkte			
Gleis 1		370	
Gleis 2		355	
Durchschnitt		362	362
Länge Doppeltunnel			293
Beginn Einfachschlitzwand		770	
Ende Einfachschlitzwand		560	210
Beginn Doppelschlitzwand		655	
ca. Ri Westen	./.	95	
		560	
EndeDoppelschlitzwand Ri Westen			
= Ende Doppetunnel Ri Westen s.o.		362	

	Tunnelbreite an km-Punkt Breite	Höhe		Betonfläche Rahmen	Summe Volumen
Volumen Kompakttunnel					
außen	12,0	7,71	92,2116		
innen	9,9	4,42	43,6696	48,54	
außen	14,5	6,72	97,44		
innen	12,61	4,42	55,7362	41,70	
Mittelwert				45,12	
			Volumen Kompakttunnel		5.189,1
Volumen Doppeltunnel					
außen	6,3	6,62	41,706		
innen	4,7	4,5	21,15	20,556	
Anzahl Gleise			2	41,112	
			Volumen Doppeltunnel		12.045,8

Länge Doppelschlitzwand	198
Zum Vergleich : Gesamtlänge lt SE Startschacht LP	406

Schlitzwandvolumen

Abschnitt	Tiefe von	bis	m	qm
Doppelschlitzwand 4 Wände				
1	3,9	3,6	14,6	52,3
2	6,8	7,5	31,0	232,0
3	9,8	9,8	30,9	301,0
4	16,3	13,7	30,9	421,4
ab hier UWB Sohle				
5	24,4	26,0	54,0	1.402,7
6	20,2	20,2	37,4	753,1
Zwischensumme			198,7	3.162,6
Einfachschlitzwand 2 Wände				
7	26,7	26,7	72,5	1.931,5
8	26,7	26,7	74,0	1.972,2
9	36,4	36,4	63,4	2.306,9
Zwischensumme			209,9	6210,5
Gesamt			408,6	9373,0

0,0

Schlitzwände

				Volumen Dicke 1,2		Summe Schlitzwände	lt. Ausschreibg. V. 18.01.2021
				62,7			
				278,4			
				361,2			
				505,7			
				1.683,2			
				903,7			
4 Wände				3.795,1	15.180,3		
				2.317,8			
				2.366,6			
				2.768,2			
2 Wände				7452,6	14.905,1	30.085,5	30.000
UWB Sohle							
	Länge	Breite	Dicke				
		durchschnittl.					
	54,0	13,25	2				
	37,4	13,25	2				
	72,5	13,25	2				
	74,0	13,25	2				
Zwischensumme	237,8	13,25	2	6.301,8	12.603,5		
Startschacht nachrichtlich:	63,4	23,1	2	2.927,9	5.855,9		

	Tiefe von	bis	in m		UWB Sohle
1	1,2	1,1 €	4,5		
2	2,1	2,3 €	9,55		
3	3	3	9,5		
4	5	4,2	9,5		
	ab hier UWB Sohle				
5	7,5	8	16,6	0,6	
6	6,2	6,2	11,5	0,6	
7	8,2	8,2	22,3	0,6	
8	8,2	8,2	22,77	0,6	
9	11,2	11,2	19,5	0,6	

Gesamt	301,2	13,25	2		0		
	Summe Betonvolumen				65780		
	Summe Betongewicht			2,4	157871,6		
rückverankerte Bohrpfahlwände						4.000	
UWB Sohlen						2.000	
Konstruktionsbeton						31.500	
Aufbeton Laufwege						1.500	
Trägerbohlwand						700	
Summe Beton						69.700	
Erdarbeiten	cbm					125.000	
Betonstahl						5.700	3,6%
Hallendach						550	

Auszug aus Ausschreibungstext Hochbahn vom 18.01.2021
Link:
QS-2020- 250-626178 - Herstellung von tiefen Baugruben, Tunnel- Notausstiegen- und Haltestellenbauwerken für die Erweiterung des Hamburger U-Bahn- und Schnellbahn-Netzes -

Für Los 1.1 handelt es sich im Wesentlichen um folgende Leistungen/Gewerke, die als Generalbauleistung vergeben werden soll:— Herstellung von Schlitzwänden (ca. 50 000 m3).— Erdarbeiten (ca. 200 000 m3).— Herstellung von Unterwasserbetonsohlen mit Auftriebssicherung (ca. 1 800 m3).— Konstruktionsbeton (ca. 48 000 m3).— Betonstahl (ca. 9 000 to).— Stahl Brückenbauwerke (ca. 550 to).— Aufbeton Laufwege (ca. 1 200 m3).

Für Los 1.2 handelt es sich im Wesentlichen um folgende Leistungen/Gewerke, die als Generalbauleistung vergeben werden soll:— Herstellung von Schlitzwänden (ca. 30 000 m3).— Herstellung von rückverankerten Bohrpfahlwänden (ca. 4 000 m3).— Herstellung Trägerbohlwand (ca. 700 m2).— Erdarbeiten (ca. 125 000 m3).— Herstellung von Unterwasserbetonsohlen mit Auftriebssicherung (ca. 2.000 m3).— Konstruktionsbeton (ca. 31 500 m3).— Betonstahl (ca. 5 700 to).— Stahl Hallendach SE (ca. 550 to).— Herstellung zweier Brücken, Stützweite ca. 31 m.— Aufbeton Laufwege (ca. 1 500 m3).Der Baubeginn der Lose 1.1 und 1.2 sind für März 2022, für das Los 2 Herbst 2022 geplant.

NeR 6:

Bauwerkslängen und Streckenlängen und Bauzeiten

		lt. Bauwerksplänen PFU 6.00 ff				lt. Textangaben			
		Bauwerk		Entfernung	Länge Bauwerk	PFU 02.01 S.	Länge Zwischen-strecke	Länge Bauwerk	Gesamtlänge
Bauwerk	Messpunkt	Anfang	Ende	ab Startschac					
HSt CN	?	-0,990742							
Hast SM	?	-0,02	0,28	-0,790357	-0,3				
Startschacht	Mitte SW	0,709065	0,77036	-0,061292	0,061292				
									0
NA Rübenkamp	Mitte SW	0,976112	0,98634	0,205755	0,01023		610		610
									610
HSt NH	SW innen	1,38058	1,55851	0,610223	0,177927			178	788
						170			788
NA SH	SW außen	2,023465	2,03369	1,253108	0,01022		1110		1898
									1898
HSt SH	SW außen	2,570346	2,78075	1,799989	0,210406			120	2018
						175			2018
NA GS	SW außen	3,316126	3,32635	2,545769	0,01022				2018
									2018
NA FSt	SW außen	3,858602	3,86882	3,088245	0,01022				2018
							1400		3418
Hast BD	SW außen	4,182891	4,41694	3,412534	0,23405	180		225	3643
							340		3983
ZH		4,733652	4,76365	3,963295	0,03			30	4013
									4013
Schlitzwand					0,00154			1,54	4014,54
Gesamtlänge				3,964835					
				2,624384	596,4509091				

Berechnung Tübbingstrecke

Bauteil	Länge	Länge
Länge Tunnelröhre zwischen den Bauwerken		3460
Länge Notausgänge	70,89	70,89
		3530,89

NeR 7:

1 **Notausgang**

Breite	**12,5**				
Länge	**22,5**				
	35	x	**2**	**70**	lfdm Wand
Dicke			1,5	105	m² Oberfläche
Tiefe	Bauwerk			30	
					3150
	Tiefe Schlitzwand			50	
					5250
m³	**Summe**				**8400**

2 **Stahlgewicht und Betongewicht Zuganker**

für UWB-Sohle, Schlitzwände und Bohrpfahlwände

	Einzelwert 1	Einzelwertt 2	Summe	Anzahl Anker je qm
				0,11 *)

*) siehe Berliner Sudie

A. Berechnung der Anzahl der Zuganker (detaillierte Ermittlung aus Org.-Plänen)

Haltestelle Nordheimstraße

Fläche Schlitzwände	25855		
Fläche UWB-Sohle	5896	31751	3493

Haltestelle Bramfelder Dorfplatz (detaillierte Ermittlung aus Org.-Plänen)

Fläche Schlitzwände	38340		
Fläche UWB-Sohle	6179	44519	4897

Haltestellen City- Nord **(Durchschnitt aus 1 und 2)**

Schlitzwand + UWB-Sohle		38135	4195

Haltestelle Steilshoop **(Durchschnitt aus 1 und 2)**

Schlitzwand + UWB-Sohle		38135	4195

Tunnel Hast. City Nord bis Sengelmannstr. (aus Ausschreibung Hochbahn vom 18.01.2021)

Fläche Schlitzwände	50000		
Fläche UWB-Sohle	1800	51800	5698

Haltestelle Sengelmannstr. Bis Startschacht TBM (aus Ausschreibung Hochbahn vom 18.01.2021)

Fläche Schlitzwände	30000		
Fläche Bohrpfahlwände	4000		
Fläche UWB-Sohle	2000	36000	3960

Notausgang	Länge	Breite	Umfang Grundriß	Tiefe		
Schlitzwände	20	10	60	40	2400	
UWB Sohle	20	10			200	
					2600	
5 Notausgänge		5	x	2600		13000
Summe Zuganker						39438

B. Berechnung Stahlgewicht Zuganker

			1 Zuganker	alle Zuganker	
lt. Berliner Studie	Stahlgewicht je Zuganker	kg	252	9938251	kg
Stahlgewicht alle Zuganker				9938	to

C. Berechnung Betongewicht Zuganker

Länge Zuganker	lt. Auskunft Hochbahn	30 bis 40 m				
	Durchschnitt: Annahme		35	m		
Durchmesser Zuganker	Annahme		8	cm		
Volumen Zuganker:						
			pi		dm³ Länge in m	
Fläche Querschnitt	0,4	dm	3,14159	0,5026544		
	0,4	dm	10	dm³je lfdm	35	
Volumen	dm³ je Anker				176	
	m³ je Anker				**0,176**	
Anzahl Zuganker s.o.						39438
m³ alle Zuganker						6938

3 **An- und Abtransport aller Baumaschinen (TBM, Krane, Bagger, Anker-Bohrer usw.), Pumpen, Tanks, Behälter, Rohrleitungen Personal-Container, - Maschinen- Vorrichtungen - Baustelleneinrichtungen, - Bauteile für Ausbau der Haltestellen, Notausgänge, Betriebswerkstatt, Waschanlage, Sekund. Leitstelle - Brücken soweit nicht besondert aufgeführt usw.**

4 Länge Gleise Nebenbetriebe - Waschstraße. Abstellgleise, Betriebswerkstatt

	Anzahl	Länge	lfdm
City-Nord Abstellgleise	2	140	280
City-Nord station Wichenharfe und Kreuzungen	4	110	440
Betriebswerkstatt Beschleunigungs und Prüfstrecke	geschätzt	nach Grundriß	480
Abstellgleise hinter Betriebswerkstatt	2	175	350
Gleisharfe Betriebswerkstatt	geschätzt	nach Grundriß	520
Abstellgleise Waschhalle	8	140	1120
Abstellanlage Weichenharfe	geschätzt	nach Grundriß	300
Neubau /Verlegung Gleise U1 zw. SE bis Olsdorf	geschätzt	nach Grundriß	2000
Übergabegleis U1/U5 an SE	geschätzt	nach Grundriß	140
			5630

5 Stromschienen

Wiegen lt. Berliner Studie	12	kg	je lfdm Schiene
verursachen lt. Berliner Studie	201	kg	CO2 je lfdm

6 Energiebedarf offene Baustellen

Offene Baustellen: 1‘242‘374 m³
Wiederverfüllung usw. 132.000 m3
Gesamt: 1.698.000 m³
Schildvortrieb: 314‘526 m³

Neuberechnung

		cbm	Anteil am Gesamt	Kennzahl
		1.242.374		
		132.000		
Summe offene Baustellen		1.374.374	#DIV/0!	
Schildvortrieb		314.526	#DIV/0!	
Gesamt Erdbewegungen		1.688.900	#DIV/0!	

Faktor offene Baustellen zu Tunnelvortrieb 4,37

Energiebedarf Tunnelvortrieb	**333975000**	**kWh**
	x	
Faktor	**4,37**	
	=	
Energiebedarf Offene Baustellen	**1.459.359.661**	**kWh**

NeR. 8

Notwendige Anzahl Fahrgäste für u- und S-Bahn für 360 kilo-to CO-Einsparungen

CO2- in kg					CO2 je Fahrt	Durchschnitt CO2	FG pro Jahr	FG pro Tag	FG pro Tag gesamt
							Bus+ PKW	Bus+ PKW	alle FG
Einsparungsziel		Anteil FG	CO2 je Fahr km	durchschnittl Fahr-km	kg	kg je FG-Fahrt	40% d FG	40% der FG	100% der FG
360000000	PKW	20%	0,1515	8	1,212	0,72600	495.867.769	1.358.542	3.396.355
	Bus	20%	0,08	3	0,24				
Summe					1,45				

15.05.2021

U 5-Ost Kennzahlen I

Umrechnung der Personen-Leistungsangaben aus der Mitteilung des Senats vom 29.07.2019 +)

Gleichnamig - Machen der verschiedenen Dimensionen

		Pendler	Personenfahrten		Personen	PKW	Bus	kg CO2-Einsparung je	
		pro Tag	pro Tag	por Jahr	km	km	km	PKW km	Bus Km
d/a	365			365					
vermiedene km/Fahrgast im PKW	8				8				
vermiedene km/Fahrgast im Bus	3				3				
Personen/PKW	1,5					1,5			
Personen/Busfahrt	15,7						15,7		
kgCO2 je PKW-/Bus-Km	0,1515/ 1,285							0,1515	1,285
Faktor Pendler	2		2						
		Pendler	Personenfahrten		Personen	PKW	Bus		
		pro Tag	pro Tag	pro Jahr	km	km	km	to CO2 Einsparungen p.a.	
Tägliche Fahrgäste *)		**10000**	**20.000**	7.300.000	58.400.000	38.933.333	3.731.629	**5.898**	**4.795**
Entlastung PKW km		**717**	1.433	523.125	4.185.000	**2.790.000**	267.412	**423**	
ÖPNV Mehrverkehr Personenfahrten		**358**	715	**261.000**	2.088.000	1.392.000	133.419	**211**	
Einsparung Bus km		**4.345**	8.690	3.171.733	9.515.200		**608.000**		**781**
nachrichtlich									
Tägliche Fahrgäste)**		**20.000**	**40.000**	14.600.000	116.800.000	77.866.667	7.463.259	**11.797**	

+) rote Zahlen: Zahlenangaben in der Senatsmitteilung

***) Erste Ausbaustufe: Insellösung ohne Anschluß an U5-Mitte**

****) Endausbau nach Anschluß an U5-Mitte**

Erläuterung:

Lt. Senatsmitteilung werden 20.000 Fahrgäste täglich auf der U5-Ost erwartet. Wenn diese allesamt vom PKW (Bus) auf die U5 umgestiegen sein würden, und die U5 Null CO2-Emissionen verursacht, werden 38,933 Mio PKW km (3,731 Mio Bus km) und damit 5.898 (4.795) to CO2 p.a. vermieden

Lt. Senatsmitteilung werden jedoch nur 2,79 Mio PKW km vermieden. Daher werden nur 423 to CO2 p.a. vermieden

Lt. Senatsmitteilung erfolgen auf dergleichen Strecke in dergleichen Zeit nur zusätzliche 261.000 ÖPNV Personenfahrten. Dies entspräche nur der Einsparung von 1,392 Mio PKW km und damit nur der Hälfte der Strecke. Dies ist ein Widerspruch.

Lt. Senatsmitteilung werden 608.000 Bus-km eingespart. Dies bedeutet den Umstieg von 8.690 Bus-Fahrgästen täglich auf die U5. Unter der Prämisse, dass die Buslinien entsprechend eingestellt oder bzw. die Frequenzen reduziert werden und die Busse nicht sowieso auf Elektrobetrieb umgestellt werden ergibt sich eine CO2-Einsparung von 781 to p.a. Die umsteigenden Bus-Fahrgäste machen dann ca. 44% der neuen Fahrgäste der U5 aus. Das ist unrealistisch. Siehe Berliner Studie S.10

NeR 10

U 5-Ost Kennzahlen II

15.05.2021

Umrechnung der Personen-Leistungsangaben aus der Mitteilung des Senats vom 29.07.2019

A. Ermittlung der CO2-Einsparungen

			Pendler	Personenfahrten		Personen	PKW	Bus		
			pro Tag	pro Tag	pro Jahr	km	km	km	**PKW km**	**Bus Km**
d/a		365			365					
vermiedene km/Fahrgast im PKW		8				8				
vermiedene km/Fahrgast im Bus		3				3				
Personen/PKW-Fahrt		1,5					1,5			
Personen/Busfahrt		15,65						15,65		
kg CO2 je PKW-/Bus je Pers. Km		0,1515/ 0,082							0,1515	1,285
Faktor Pendler		2		2						
			Pendler	Personenfahrten		Personen	PKW	Bus		
			pro Tag	pro Tag	pro Jahr	km	km	km	**to CO2 Einsparungen p.a.**	
U5-Ost - 1.Ausbaustufe	**5,8**	**km**		**20.000**						
Entlastung PKW km			**717**	1.433	523.125	4.185.000	**2.790.000**		**423**	
Einsparung Bus km			4.345	8.690	3.171.733	9.515.200		**608.000**		781
										1.204
U5-Mitte	**19,2**	**km**	**Fahrgäste**	**260.000**						
Entlastung PKW km	**Faktor FG**	**13**		18.632	6.800.625	54.405.000	**36.270.000**		**5.495**	
Einsparung Bus km	**Faktor FG**	**13**		112.966	41.232.533	123.697.600		**7.904.000**		**10.157**
										15.652
U5-Ost Endaubau	**5,8**	**km**	**Fahrgäste**	**40.000**						
			1.433	2.866	1.046.250	8.370.000	**5.580.000**		**845**	
			8.690	17.379	6.343.467	19.030.400		**1.216.000**		**1.563**
										2.408
U5-Gesamt Endausbau		**25 km**	**Fahrgäste**	**300.000**						
				21.498	7.846.875	62.775.000	**41.850.000**		**6.340**	
				130.345	47.576.000	142.728.000		**9.120.000**		**11.719**
										18.059

B. Amortisationsrechnung

Summe CO2 Einsparungen p.a. U5-Ost		to CO2	Amortisationszeit in Jahren
	Gesamt	2.364.809	1.964
	Hamburg	873.810	726

Summe CO2 p.a. Einsparungen U5-Mitte		to CO2	Amortisationszeit in Jahren
	Gesamt	7828334	500
	Hamburg	2892612	185

Summe CO2 p.a. Einsparungen U5 Gesamt		to CO2	Amortisationszeit in Jahren
	Gesamt	10193143	564
	Hamburg	3766422	209

NeR 11 – Bauzeitenplan bis 01.06.2027

Bauzeitenplan für Bauwerke auf der Tunnelstrecke der U5-Ost

Quelle: verschiedene Seiten des Erläuterungsberichts, PFU 02.01

Bauzeiten bzw. Fahrzeiten TVM

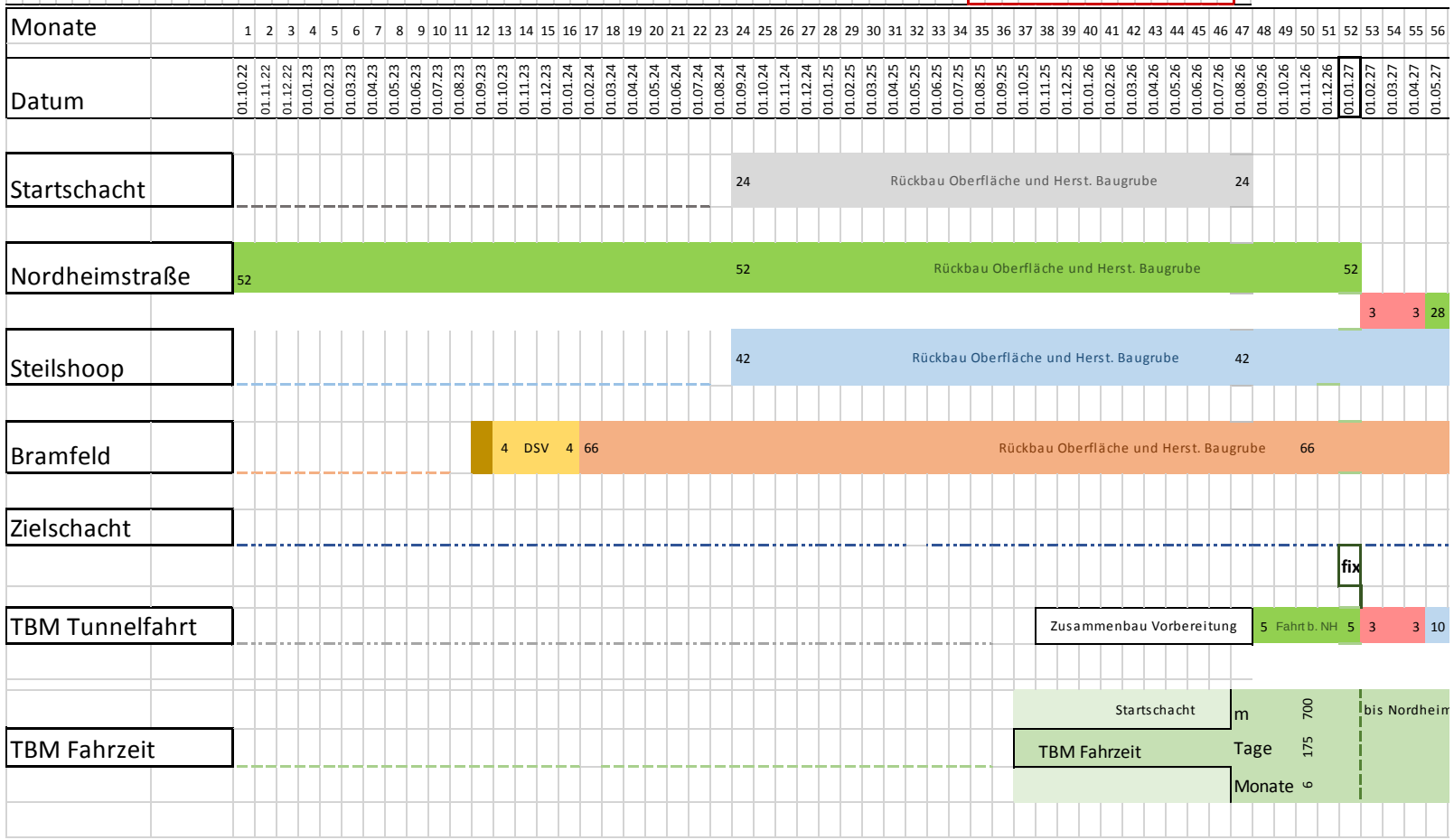
24.01.2021

dicker Balken = Baugrubenverbau - dünner Balken: Endausbau z.B. Haltestellenbauwerk

3 Auf- und Abrüstzeiten für Durchfahrt der TBM
3 durch die Baugruben

Auf und Abbau der BEn

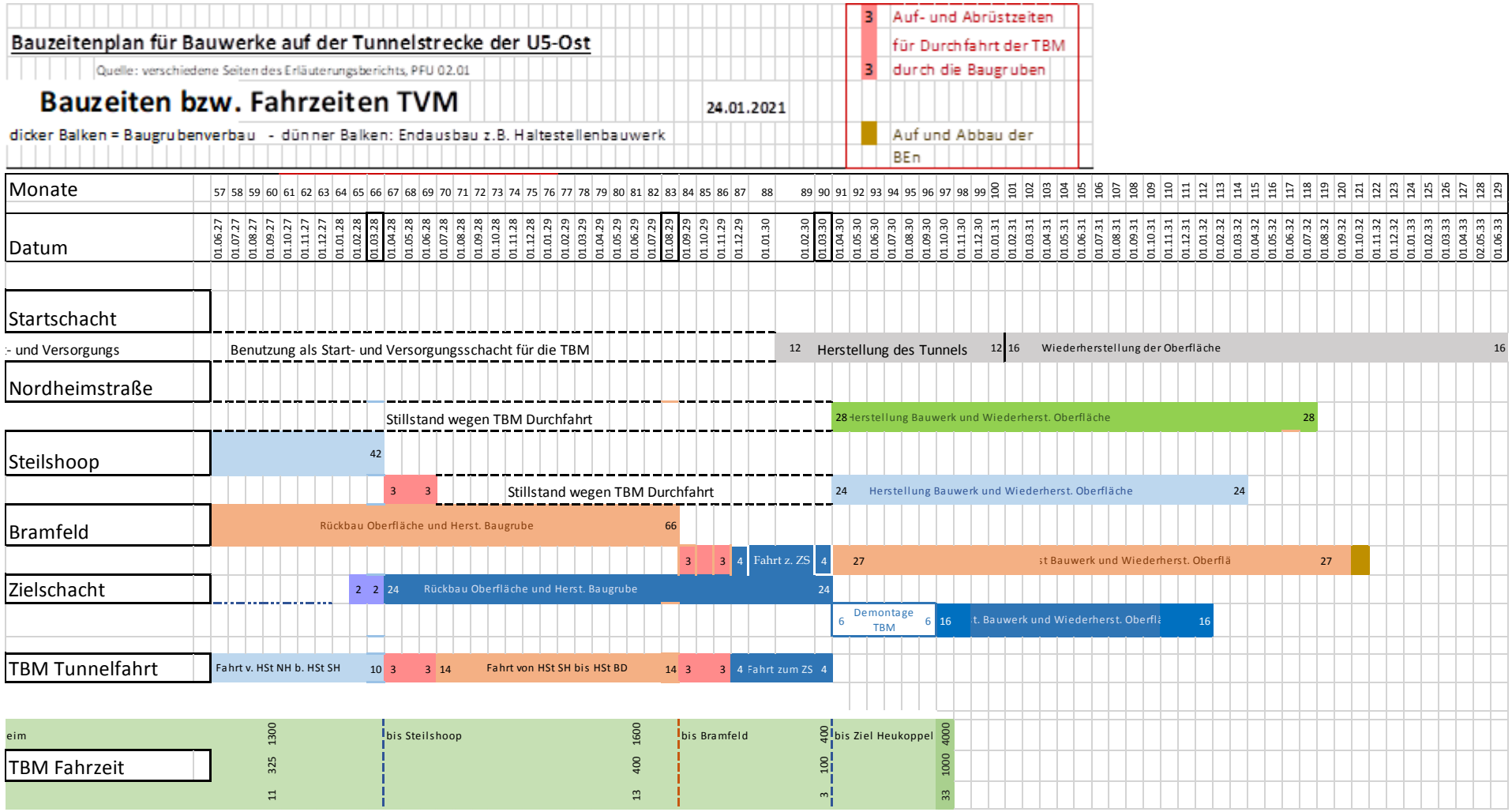
Anmerkung:
Geschätzter Baubeginn: 1.10.2021
Falls der Baubeginn sich verzögert, verschieben sich alle Bauphasen um die Zeitspanne der Verzögerung.



NeR 11 – Bauzeitenplan Fortsetzung ab 01.06.2017

Fertigstellungstermine:

Startschacht	01.06.2033
Haltestelle Nordheimstraße:	01.09.2032
Haltestelle Steilshoop:	01.03.2032
Haltestelle Bramfelder Dorfplatz:	01.10.2032
Zielschacht:	01.02.2032


Bauzeitenplan für Bauwerke auf der Tunnelstrecke der U5-Ost
Quelle: verschiedene Seiten des Erläuterungsberichts, PFU 02.01
Bauzeiten bzw. Fahrzeiten TVM
24.01.2021
dicker Balken = Baugrubenverbau - dünner Balken: Endausbau z.B. Haltestellenbauwerk
3 Auf- und Abrüstzeiten für Durchfahrt der TBM
3 durch die Baugruben
Auf und Abbau der BEn
Monate
Datum
Startschacht
- und Versorgungs
Benutzung als Start- und Versorgungsschacht für die TBM
12 Herstellung des Tunnels 12
16 Wiederherstellung der Oberfläche 16
Nordheimstraße
Stillstand wegen TBM Durchfahrt
28 Herstellung Bauwerk und Wiederherst. Oberfläche 28
Steilshoop
42
3 3
Stillstand wegen TBM Durchfahrt
24 Herstellung Bauwerk und Wiederherst. Oberfläche 24
Bramfeld
Rückbau Oberfläche und Herst. Baugrube 66
3 3 4 Fahrt z. ZS 4
27 st Bauwerk und Wiederherst. Oberflä 27
Zielschacht
2 2 24 Rückbau Oberfläche und Herst. Baugrube 24
6 Demontage TBM 6
16 t. Bauwerk und Wiederherst. Oberflä 16
TBM Tunnelfahrt
Fahrt v. HSt NH b. HSt SH 10
3 3 14 Fahrt von HSt SH bis HSt BD 14
3 3 4 Fahrt zum ZS 4
TBM Fahrzeit
eim
1300 325 11
bis Steilshoop
1600 400 13
bis Bramfeld
400 100 3
bis Ziel Heukoppel
4000 1000 33

Bauzeiten lt Erläuterungsbericht

Veröffentlichte Planungsunterlagen zu U5-Ost PFU 02.01

01.04.2021

		Überwerfungs-bauwerk Startschacht	Nordheim-straße	Steilshoop	Bramfeld	Zielschacht	Fabricius-straße
Angabe in PFU 02.01	**Seite**	169 f	174 f	178 f	184 f	193 f	193 f
		in Monaten					
Herstellung der Baufreiheit, Leitungsverlegung usw.		12	12	12	12	8	8
Herstellung der trockenen Baugrube Schlitzwände, UWB-Sohle usw.	geschätzt	keine Angabe	40	30	54	16	18
Herstellung des Innenrohbaus		36	19	18	18	10	12
Wiederauffüllung der durch den Rohbau verbauten Baugrube, Wiederauffüllung auf Straßenniveau, Herstellung der Straße		16	9	6	9	6	6
Bauzeit bis Fertigstellung Baugrube		**unbestimmt**	**52**	**42**	**66**	**24**	**26**
Gesamtbauzeit		**64**	**80**	**66**	**93**	**40**	**44**