universität innsbruck
Arbeitsbereich für Baumanagement,
Baubetrieb und Tunnelbau

assoz. Prof. DI Dr. Florian Gschösser
6020 Innsbruck, Technikerstraße 13
Tel +43 512 507 63110
florian.gschoesser@uibk.ac.at
www.uibk.ac.at/ibt

Jahresbilanzierung CO_2-Reduktion für die U5

Kritisches Review – Fortschreibung THG-Roadmap 2024 (Stand Mai 2025)

Auftraggeber:
Hamburger Hochbahn AG
Steinstraße 5
20095 Hamburg

Datum:
Mai 2025

Inhaltsverzeichnis

1 Ausgangslage und Auftrag 3
2 Ziel der Roadmap 3
3 Strategie der Roadmap 3
4 Allgemeine Analyse von Ziel und Strategie der Roadmap 4
5 Inhalt der zweiten Fortschreibung der THG-Roadmap 4
6 Analyse der zweiten Fortschreibung der THG-Roadmap 7
7 Weitere Fortschreibung Treibhausgas-Roadmap 8
8 Conclusio und Ausblick 8

6020 Innsbruck, Technikerstraße 13
Tel +43 512 507 63110
florian.gschoesser@uibk.ac.at
www.uibk.ac.at/ibt

1 Ausgangslage und Auftrag

Die erste Version der THG-Roadmap für das Neubauprojekt U5 Hamburg [1] wurde von der LPI Ingenieurgesellschaft mbH aus Hannover in enger Kooperation mit der Hamburger Hochbahn AG und der HOCHBAHN U5 Projekt GmbH (nachfolgend als HOCHBAHN bezeichnet) erstellt und im Juni 2022 veröffentlicht. Der Arbeitsbereich für Baumanagement, Baubetrieb und Tunnelbau der Universität Innsbruck wurde beauftragt die Roadmap einem kritischen Review zu unterziehen. In dieser „Second Opinion" sollen das Ziel und die Strategie der THG-Roadmap sowie die erstellten THG-Bilanzen und die daraus gewonnen Erkenntnisse hinsichtlich THG-Reduktionsmaßnahmen geprüft werden, um so die „Standfestigkeit" der THG-Studie zu erhöhen. Das detaillierte Review zur ersten Version der THG-Roadmap wurde von assoz. Prof. DI Dr. Florian Gschösser erstellt und im Juli 2022 veröffentlicht.

Die erste Fortschreibung der THG-Roadmap [2] wurde im Juni 2024 veröffentlicht und berücksichtigt alle bis Ende 2023 durchgeführten bzw. kurzfristig angedachten Optimierungspotentiale in Planung und Bau des Neubauprojekts U5 Hamburg. Auch für diese Fortschreibung wurde von der Universität Innsbruck ein kritisches Review durchgeführt.

Im Mai 2025 wurde die zweite Fortschreibung der THG-Roadmap [3] bereitgestellt, welche alle bis Ende 2024 durchgeführten bzw. kurzfristig angedachten Optimierungspotentiale (in Planung und Bau) mitbewertet. Für diese zweite Fortschreibung der THG-Roadmap wird in diesem Dokument wiederum ein kritisches Review durchgeführt.

2 Ziel der Roadmap

Ziel der THG-Roadmap ist es, das Neubauprojekt U5 Hamburg einer umfassenden THG-Potential-Bewertung zu unterziehen, um basierend darauf das THG-Potential, als einen der bedeutendsten Klimawirkungsfaktoren, in die Planung und den Bau der U5 miteinbeziehen zu können.

Im Zuge der durchgeführten THG-Studie soll deshalb eine THG-Reduktionsstrategie und ein darauf abgestimmtes Maßnahmenpaket für das U5-Projekt entwickelt werden. Um die Reduktionsstrategie kontinuierlich zu optimieren, soll diese bis zum geplanten Projektende 2040 basierend auf

- dem aktuellen Planungs- bzw. Projektstand,
- den Erkenntnissen von bereits umgesetzten Reduktionsmaßnahmen und
- mittel- bis langfristigen technischen Entwicklungen (z.B. THG-optimierte Zemente)

stetig fortgeschrieben werden.

Dieses kritische Review begutachtet die zweite Fortschreibung der THG-Roadmap [3].

3 Strategie der Roadmap

Die erste Version der THG-Roadmap aus dem Jahr 2022 [1] fokussiert auf den erweiterten Rohbau der neuzubauenden U5-Strecke. Die erste [2] und zweite Fortschreibung der Roadmap [3] beinhalten jeweils eine weiterentwickelte Bilanzierung des erweiterten Rohbaus.

Im ersten Schritt der THG-Bilanzen der Roadmap wird eine Bewertung des sogenannten Baseline-Szenarios durchgeführt, welche die Ausführung des gesamten Neubaus der U5 nach dem heutigen Stand der Technik betrachtet. In der Betrachtung dieses „Null-Szenarios" werden die momentanen „THG-Treiber" des U5-Projekts erhoben und ein Vergleichsszenario für potentielle THG-Reduktionsmaßnahmen ermittelt. Nach dem Prinzip „was passiert, wenn nichts passiert" stellt das

Baseline-Szenario dar, mit welchen THG-Belastungen zu rechnen ist, wenn auf ein langfristiges Miteinbeziehen des THG-Potentials in Planung und Bau der U5 verzichtet werden würde.

Als Gegenstück zum Baseline-Szenario werden im Zuge der THG-Bewertung des über die Projektlaufzeit fortzuschreibenden Zielszenarios kontinuierlich THG-Reduktionsmaßnahmen definiert und analysiert. Hierbei wird der Fokus auf eine materialreduzierte, effiziente Bauweise, THG-reduzierte Materialien, die Optimierung von Bauprozessen und auf die Berücksichtigung von zukünftigen Entwicklungen am Markt für Bauprodukte und Bauverfahren gelegt. In einem iterativen Prozess soll dabei die Umsetzbarkeit der THG-Reduktionsmaßnahmen in Planung und Bau der U5 geprüft sowie mögliche Umsetzungszeitpunkte bestimmt werden (regelmäßige Fortschreibung der THG-Roadmap). Somit soll eine kontinuierliche Optimierung der THG-Reduktionsmaßnahmen über die Projektlaufzeit garantiert werden.

Diese Gegenüberstellung von Baseline- und Zielszenario wird in der ersten Version der Roadmap 2022 [1] sowie in ihrer ersten [2] und zweiten Fortschreibung [3] für den erweiterten Rohbau (struktureller Rohbau inkl. Schienensystem) entsprechend durchgeführt.

4 Allgemeine Analyse von Ziel und Strategie der Roadmap

Das Ziel und die Strategie, dass die HOCHBAHN mit ihrer THG-Roadmap verfolgt, wurde bereits in den beiden ersten kritischen Reviews analysiert und wird hier nicht mehr im Detail behandelt.

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass die HOCHBAHN mit der fortschreitenden Entwicklung einer THG-Roadmap an sich selbst den Anspruch stellt, ein maximal klimafreundliches Bauwerk zu errichten. Mit diesem Vorgehen wird die HOCHBAHN eine entsprechende Vorbildwirkung für Großinfrastrukturprojekte von ähnlicher Dimension erlangen und somit einen enormen positiven Impuls in Richtung einer nachhaltigen Verkehrsinfrastruktur setzen.

Die Kosten der für die U5 geplanten und umgesetzten THG-reduzierenden Maßnahmen sind im Projektbudget berücksichtigt. Zusätzliche Kosten aufgrund höherer Materialanforderungen sollen durch Planungsoptimierungen ausgeglichen werden.

5 Inhalt der zweiten Fortschreibung der THG-Roadmap

In der zweiten Fortschreibung der THG-Roadmap [3] werden alle bis Ende 2024 durchgeführten bzw. kurzfristig angedachten Optimierungspotentiale in Planung und Bau aufgeführt und entsprechend in die Bilanzierung des erweiterten Rohbaus einbezogen.

Die in der zweiten Fortschreibung berücksichtigten ausführungsbezogenen Entwicklungen gliedern sich in

- die Erfassung und Bilanzierung der Maßnahmen, die im Kalenderjahre 2023 ausgeführt wurden,
- die Verwendung der Detailterminpläne zur genaueren Prognose der Materialeinsätze in den Hauptlosen 1 und 2,
- den erstmaligen Einsatz von THG-reduzierten Bewehrungsstählen mit einer spez. THG-Last ≤ 400 kg CO2-Äq./ t ab 2024 in Los 2 der U5 Ost und
- die Bestätigung der THG-Emissionen für sonstige pauschalisiert erfassten Leistungen im Bereich des erweiterten Rohbaus (10 % aus den Stahl- und Stahlbetonarbeiten) durch Abgleich mit den Leistungsverzeichnissen für die Lose 1 und 2.

6020 Innsbruck, Technikerstraße 13
Tel +43 512 507 63110
florian.gschoesser@uibk.ac.at
www.uibk.ac.at/ibt

Neben den ausführungsbezogenen Entwicklungen sind in der Planung ebenfalls weitere Entwicklungen aufgenommen worden:

- Reduzierung der Bauwerkskubatur und damit eine Verringerung des Materialbedarfs im ersten Abschnitt der U5 Mitte U5 M1000, zum Zeitpunkt der vorliegenden Genehmigungsplanung (Sommer 2024).

Die Berücksichtigung der bisher betrachteten Entwicklungen in Planung und Ausführung bewirkt eine Reduktion des Zielszenarios auf ca. 828.890 t CO2-äq. (d.h. ca. 7.535 t CO2-äq pro Jahr). Dem gegenüber steht für das Baseline-Szenario ein THG-Potential für den erweiterten Rohbau von ca. 2,74 Mio. t CO2-Äq.

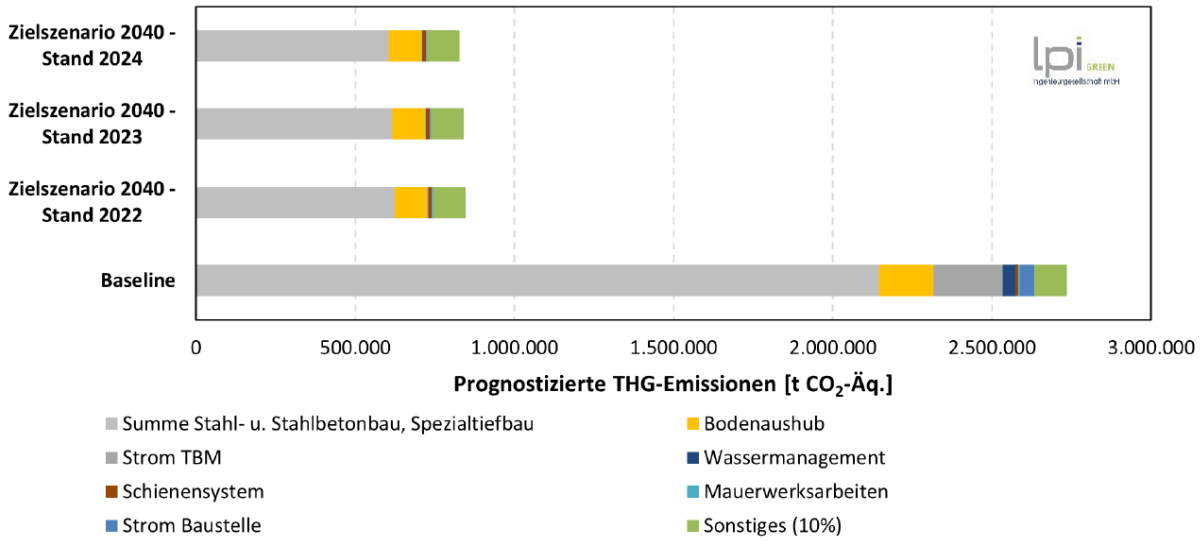


Abbildung 1: Vergleich THG-Potential erweiterter Rohbau Baseline- und Zielszenarien

Ergänzend zu der abschließenden Bilanz für das Jahr 2024 wird in der zweiten Fortschreibung der THG-Roadmap die Veränderung der THG-Emissionen infolge verschiedener Entwicklungen in Ausführung und Planung dargestellt.

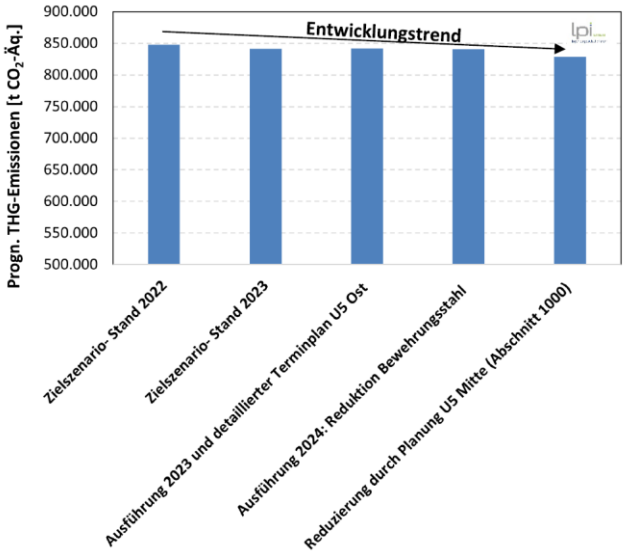


Abbildung 2: Vergleichende Darstellung einzelnen Schritte der Veränderungen und ihr Einfluss auf die Gesamtbilanz

Die Berücksichtigung von detaillierteren Terminplänen bewirkt auch zeitliche Verschiebungen der auftretenden THG-Emissionen des erweiterten Rohbaus.

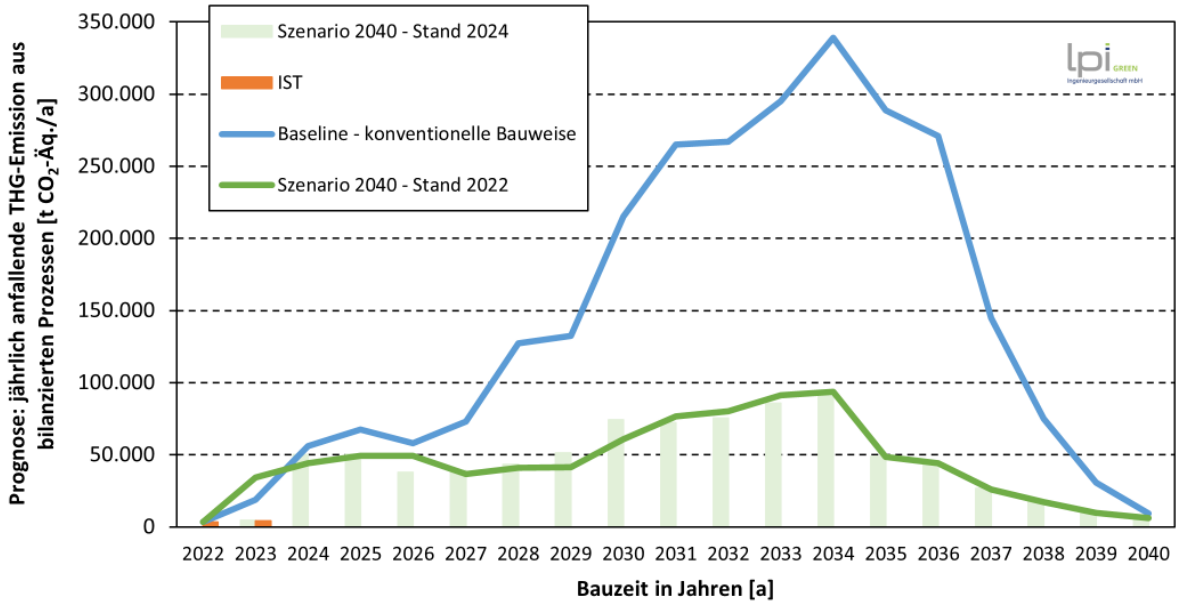


Abbildung 3: prognostizierte, jährlich anfallende THG-Emissionen im Baseline- und Zielszenario unter Berücksichtigung der jährlichen Veränderungen zwischen den Bilanzjahren 2022, 2023 und 2024

Das gesamthafte Reduktionspotential der im Zielszenario über die Projektlaufzeit berücksichtigten Maßnahmen für den erweiterten Rohbau liegt gegenwärtig bei ca. 70 %.

6 Analyse der zweiten Fortschreibung der THG-Roadmap

Diese Analyse bezieht sich rein auf die zweite Fortschreibung der THG-Roadmap. Die Analyse bzw. die Beurteilung der Ursprungsversion und der ersten Fortschreibung der THG-Roadmap können in den spezifischen kritischen Reviews dazu eingesehen werden.

Das kritische Review bezieht sich auf die zur Verfügung gestellten Unterlagen und auf ein Review-Meeting mit Vertretern der der HOCHBAHN. Aufgabe des kritischen Reviews ist es wiederum die Methodik, die Ansätze der THG-Bewertungen (Datengrundlagen, Datensätze und Modellierungen) sowie die Plausibilität der Ergebnisse zu hinterfragen und zu prüfen.

Die Datengrundlage für die THG-Bewertung des erweiterten Rohbaus sind die freizugängliche Datenbank ÖKOBAUDAT sowie THG-Potentiale von zementklinkerreduzierten Betonen (Erfahrungswerte für Betonzusammensetzungen aus früheren, ähnlichen Bauprojekten und dem Know-How der LPI Ingenieurgesellschaft in der Entwicklung und dem Entwurf von Ökobetonen – bewertet mit „CO2-Sortenkalkulator“) und mit der Industrie abgestimmte Reduktionspotentiale (Zement und Stahl) durch technische Entwicklungen über die Projektlaufzeit.

Ein wesentlicher Diskussionspunkt, der bereits im Zuge der Analyse der ersten Fortschreibung aufgekommen ist, waren die in der Roadmap z.T. nicht im vertieften Umfang vorhandenen Berechnungs- und Bewertungsdetails zur präzisen Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse. Die Ersteller der Fortschreibung begründeten dies mit der notwendigen Kompaktheit und Kommunikationsfähigkeit des Roadmap-Dokuments, das nicht mit überbordenden Tabellenwerken (im Anhang) aufgeblasen werden soll. Deshalb wurden (wie beim Review der Ursprungs-Roadmap und der ersten Fortschreibung) in einem entsprechenden Meeting die Berechnungen und Ansätze im Detail diskutiert. Außerdem wurde der für die Bewertung der verschiedenen zum Einsatz kommenden Betonsorten herangezogene "CO2-Sortenkalkulator" zur Verfügung gestellt. Im Zug des Review-Meetings wurden einzelne offene Punkte und Anmerkungen diskutiert und entsprechende Anpassungen vorgenommen bzw. klärende Begründungen dargelegt.

Die Analyse des "CO2-Sortenkalkulator" und dessen Datengrundlagen zeigten ein fundiertes Bewertungssystem. Auch für die weiteren Bewertungen des erweiterten Rohbaus konnte ein fundiertes und nachvollziehbares Bewertungskonzept festgestellt werden.

Im Zuge von Gesprächen mit der HOCHBAHN konnte auch untermauert werden, dass die heutigen Maßnahmen zur Optimierung des erweiterten Rohbaus im Projekt konsequent in den Ausschreibungen, Ausführungen und den Planungen umgesetzt und die positiven Erfahrungen in die nächsten Projektabschnitte übernommen werden. Damit werden reale Erfahrungen hinsichtlich der Optimierung großer Infrastrukturprojekte gesammelt und kontinuierlich fachlich begleitet (u.a. in den spezifischen Bilanzierungsberichten für die abgelaufenen Projektjahre [4, 5]). Als Beispiel für eine Umsetzung von Optimierungspotentialen kann die Reduktion der THG-Emission für Bewehrungsstahl genannt werden, welche bereits 2024 in einem ersten Schritt umgesetzt wurde (≤ 400 kg CO2-Äq. / t).

Mit der zukünftigen Erhöhung der Planungsschärfe geht auch eine Erhöhung des Detaillierungsgrads der THG-Bilanzen einher, weshalb hinsichtlich der zur THG-Bilanz-Erstellung verwendeten Ökobilanz-Datenbank empfohlen wird, rechtzeitig von der momentan angewandten, öffentlich zugängigen Ökobaudat-Datenbank auf eine breitgefächerte Datenbank mit höherer Detailtiefe (z.B. ecoinvent) und auf die Anwendung einer entsprechenden Ökobilanz-Software (z.B. SimaPro) umzusteigen.

7 Weitere Fortschreibung Treibhausgas-Roadmap

2025 wird ein weiterer signifikanter Anteil an Leistungen aus den ersten Ausführungsarbeiten des Bauabschnitts U5 Ost (ausgeführt in 2024) in eine Ist-Bilanzierung überführt (Bilanzierungsbericht Projektjahr 2024 [5]), welche in der nächsten Fortschreibung der THG-Roadmap entsprechend berücksichtigt werden und die dann auch schon erste THG-senkenden Ausschreibungsanforderungen berücksichtigen.

Bereits begonnene Umsetzungen von THG-Reduktionsmaßnahmen in der Ausführung (z.B. Verwendung THG-reduzierter Baustähle etc.) müssen weiter fortgeführt und neue Maßnahmen entsprechend integriert werden (z.B. Stahlfaserbeton-Tübbinge, HVO als alternativer Kraftstoff und Elektromobilität im Bauprozess). Aufgabe der HOCHBAHN wird es dabei auch sein, das (bisher engagierte) Handeln der ausführenden Firmen (weiter) zu begleiten, um die Umsetzung der Maßnahmen zu unterstützen und zu optimieren.

Außerdem soll eine fundierte Erarbeitung der Grundlagenbewertung (Baseline-Szenario) sowie weiterführend eine Bewertung von Reduktionspotentialen für den raumbildenden Ausbau (Wand, Decke und Boden) und die technische Gebäudeausstattung (TGA) stattfinden.

Ziel ist es außerdem, die THG-Bilanzen und -Reduktionsmaßnahmen in das Risikomanagement des Projekts miteinzubeziehen.

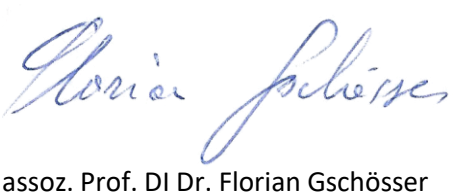
8 Conclusio und Ausblick

Die HOCHBAHN verfolgt mit ihrer Nachhaltigkeitsstrategie und ihrer THG-Roadmap das Ziel eine technisch maximal mögliche Reduktion der baubedingten THG-Emissionen zu erzielen. Deshalb muss auch in Zukunft eine breitgefächerte Bewertung von sich bietenden, möglichen Reduktionspotentialen erfolgen. Dazu ist weiterhin ein intensiver Austausch mit Wirtschaft, Industrie und Wissenschaft notwendig.

Beispielhaft können hier der bereits angestrebte Einsatz von Stahlfaserbeton-Tübbingen im Tunnelbau, der Einbau einer alternativen Sohlverfüllung im Tunnelbereich und die Optimierung von Bau- und Transportprozessen durch Gerätschaften mit alternativen Antriebsmethoden erwähnt werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Kombination von bereits durchgeführten und zukünftig vorgesehenen Maßnahmen die baubedingten Emissionen weiter reduzieren können. Die HOCHBAHN setzt somit den eingeschlagenen Weg als Vorreiter für einen klimaschonenden Bau der U5 konsequent fort.

Innsbruck, 27.05.2025



assoz. Prof. DI Dr. Florian Gschösser

6020 Innsbruck, Technikerstraße 13
Tel +43 512 507 63110
florian.gschoesser@uibk.ac.at
www.uibk.ac.at/ibt

Quellen

1. LPI Ingenieurgesellschaft mbH. *Neubauprojekt U5 Hamburg - THG-Roadmap*. 2022. Hamburger Hochbahn AG, Hanover/ Hamburg.
2. LPI Ingenieurgesellschaft mbH. *Neubauprojekt U5 Hamburg - Fortschreibung THG-Bilanzierung und Roadmap*. 2024. Hamburger Hochbahn AG, Hannover/ Hamburg.
3. LPI Ingenieurgesellschaft mbH. *Neubauprojekt U5 Hamburg - Fortschreibung THG-Bilanzierung und Roadmap*. 2025. Hamburger Hochbahn AG, Hannover/ Hamburg.
4. LPI Ingenieurgesellschaft mbH. *Neubauprojekt U5 Hamburg - Bilanzierungsbericht - THG-Bilanzierung 2023*. 2024. Hamburger Hochbahn AG, Hannover/ Hamburg.
5. LPI Ingenieurgesellschaft mbH. *Neubauprojekt U5 Hamburg - Bilanzierungsbericht - THG-Bilanzierung 2024*. 2025. Hamburger Hochbahn AG, Hannover/ Hamburg.

6020 Innsbruck, Technikerstraße 13
Tel +43 512 507 63110
florian.gschoesser@uibk.ac.at
www.uibk.ac.at/ibt

Bilanzierung

Neubauprojekt U5 Hamburg

Fortschreibung THG-Bilanzierung und Roadmap: Management Summary

Dokument Nr.	**N-2203138-14**
Auftraggeber	Hamburger Hochbahn AG Steinstraße 7 20095 Hamburg
Datum	**04.06.2025** Ausfertigung: 1
Verfasser	**LPI Ingenieurgesellschaft mbH** Völgerstraße 9 30591 Hannover E-Mail: begemann@lpi-ing.de Internet: www.lpi-ing.de Autor:innen: Dipl.-Ing. Christoph Begemann, Laura Lehmann B. Sc.

Dieser Bericht umfasst 7 Seiten inkl. Deckblatt. Jede Veröffentlichung, auch auszugsweise, bedarf der vorherigen schriftlichen Genehmigung.

Kurzfassung

Die Hamburger Hochbahn AG verfolgt beim Neubau der U-Bahnlinie U5 das Ziel, diesen möglichst klimafreundlich umzusetzen. Zu diesem Zweck wurde eine Reduktionsstrategie entwickelt, mit der sich die Klimaauswirkungen – gemessen an den Treibhausgasemissionen (THG) – im Vergleich zu einem konventionellen U-Bahn-Bau deutlich senken lassen.

Zur Entwicklung und Umsetzung dieser Strategie über den gesamten Projektverlauf hinweg wurde eine Prognose der THG-Emissionen für zwei Szenarien erstellt: zum einen für die konventionelle Bauweise (Baseline), zum anderen für die klimafreundlichere Zielvariante im Jahr 2040. Daraus entstand die sogenannte THG-Roadmap für den erweiterten Rohbau der U5. Diese enthält – gegliedert nach den wesentlichen Bauweisen – eine Analyse der besonders energie- und emissionsintensiven Bauteile.

Darauf aufbauend wurden Maßnahmen zur Emissionsreduktion identifiziert, etwa durch Materialeinsparungen, eine effizientere Nutzung von Baustoffen und die Optimierung von Bauprozessen. Dabei wurden sowohl gegenwärtige als auch zukünftige Reduktionspotenziale berücksichtigt. Die Kosten der für die U5 geplanten und umgesetzten THG-reduzierenden Maßnahmen sind im Projektbudget berücksichtigt. Zusätzliche Kosten aufgrund höherer Materialanforderungen sollen durch Planungsoptimierungen ausgeglichen werden.

Die erste Version der THG-Roadmap wurde im Jahr 2022 veröffentlicht und seither jährlich aktualisiert. Für das Jahr 2024 liegt nun eine aktualisierte Fassung vor. Diese enthält zum einen eine Rückschau mit Jahresbilanzen, in denen die tatsächlich umgesetzten Maßnahmen und eingesetzten Materialien dokumentiert sind. Zum anderen wurden die Prognosen für künftige THG-Emissionen aktualisiert – basierend auf dem aktuellen Planungsstand, insbesondere für noch nicht realisierte Abschnitte wie die U5 Mitte.

Durch die regelmäßige Fortschreibung können die Ergebnisse des kontinuierlichen Monitorings berücksichtigt und weitere Maßnahmen gezielt angepasst werden. So wird sichergestellt, dass der angestrebte klimafreundliche Bau der U5 erfolgreich umgesetzt werden kann.

Entwicklungen in der aktuellen Fortschreibung der Roadmap

Das vorliegende Dokument stellt die zweite Fortschreibung der THG-Roadmap dar. Es beschreibt, wie sich die Prognose der Treibhausgasemissionen (THG) bis Oktober 2024 aufgrund fortlaufender Änderungen in Planung und Ausführung seit der Erstveröffentlichung im Jahr 2022 und der ersten Fortschreibung im Jahr 2023 weiterentwickelt hat.

Seit der Veröffentlichung der ursprünglichen Roadmap [2] und ihrer ersten Fortschreibung [3] haben sich im Rahmen der Planung und Umsetzung verschiedene Entwicklungen ergeben, die die Prognose der THG-Bilanz beeinflussen. Dazu zählen unter anderem folgende Punkte:

- Ausführung:
    - Erfassung und Bilanzierung der Bauaktivitäten, die im Kalenderjahr 2023 ausgeführt wurden. Diese werden als IST-Emissionen in die Roadmap übernommen.
    - Verwendung der Detailterminpläne für die Ausführung aus 2024 zur genaueren zeitlichen Prognose des Materialeinsatzes im Bereich U5 Ost

- Einsatz von THG-reduzierten Bewehrungsstählen mit einem THG-Potential von 400 kg CO_2-Äq./t ab September 2024 in Los 2 der U5 Ost durch Verwendung von Ökostrom in der Herstellung und eines hohen Recyclingschrottanteils , zzgl. eines Anteils aus der Weiterverarbeitung im Biegeprozess und Transportes (Teil des Bauprozesses) von 70 kg CO_2-Äq./t
- Abgleich der sonstigen, bisher pauschalisiert erfassten Leistungen mit einer detaillierten Bilanz dieser Leistungen auf Basis der Leistungsverzeichnisse für die Baulose 1 und 2 der U5 Ost. Dabei konnte das angesetzte Verhältnis von 10 % der Stahl- und Stahlbetonbauarbeiten bestätigt werden.

- Planung:
  - Aktualisierung der THG-Bilanzprognose im 1. Abschnitt U5 Mitte (M1000), wo die fortgeschrittene Planung zu reduzierten Bauwerkskubaturen führt und damit einen geringeren Materialbedarf hervorruft

Darüber hinaus wurde damit begonnen die bislang angenommenen Reduktionspotentiale für zukünftige Entwicklungen der Industrie zur Bereitstellung von weiteren THG-reduzierten Materialien zu überprüfen. Damit wird eine Aktualisierung dieser Annahmen vorbereitet, die in die dritte Fortschreibung der THG-Roadmap im Jahr 2025 einfließen soll.

Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse

Die Auswirkungen der oben beschriebenen, umgesetzten Entwicklungen sind jeweils aufeinander aufbauend in die Bilanzierung der THG-Roadmap aufgenommen worden. In der Folge wurde das ursprüngliche Zielszenario 2040 aktualisiert und als Zielszenario 2040 – Stand 2024 den vorausgehenden Zielszenarien aus den vergangenen Jahren sowie dem herkömmlichen Szenario (Baseline) gegenübergestellt, vgl. **Abbildung 1.**

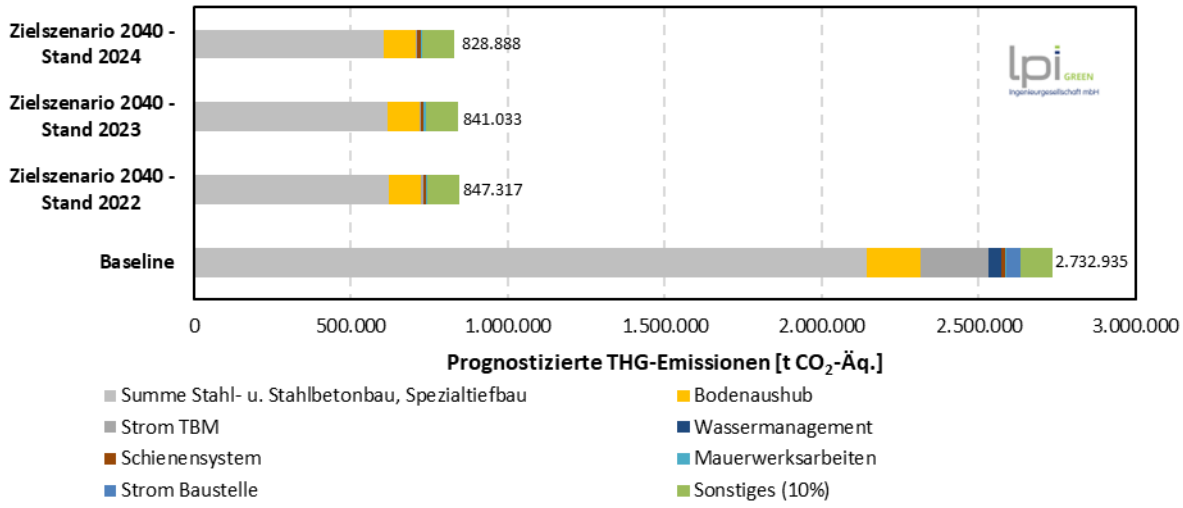


Abbildung 1: Gesamtbilanzübersicht des THG-Potentials im Baseline-Szenario und der Entwicklung des Zielszenarios für den erweiterten Rohbau

Zur besseren Vergleichbarkeit der Zielszenarien für 2040 ist ein zusätzlicher Vergleich über die nach Bauweisen aufgeschlüsselten Säulendiagramme nachfolgend dargestellt, vgl. **Abbildung 2.** Es zeigen sich nur geringe Veränderungen zwischen den Zielszenarien, die sich maßgebend aus den Veränderungen im Bereich des Stahl- und Stahlbetonbaus, sowie dem Spezialtiefbau ergeben.

Ein Vergleich der Emissionsverläufe zeigt, dass sich die erwarteten Emissionen in den drei betrachteten Zielszenarien – abgesehen von geringfügigen Abweichungen – im Jahr 2024 weitgehend decken. Die bisher prognostizierten THG-Emissionen für den erweiterten Rohbau belaufen sich im Zielszenario laut Stand 2023 auf rund **841.000 Tonnen CO_2-Äq**. Auch mit den aktuellen Daten wird ein ähnlicher Wert von etwa **829.000 Tonnen CO_2-Äq** erreicht. Daraus lässt sich schließen, dass die bisherigen Erwartungen trotz Fortschreibung der Roadmap weiterhin Bestand haben.

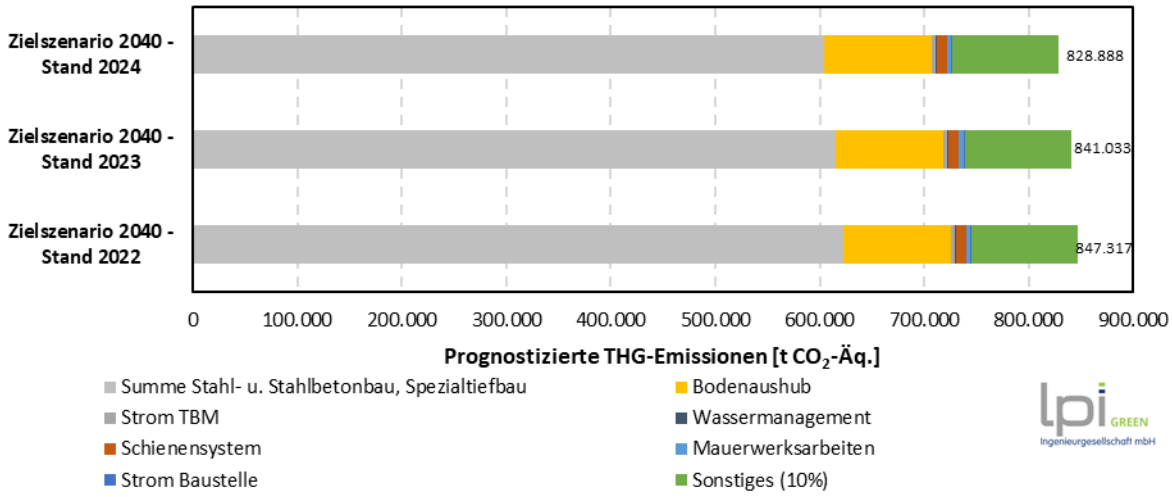


Abbildung 2: Gesamtbilanzübersicht des THG-Potentials im Zielszenario – Stand 2022, im Zielszenario – Stand 2023 und im Zielszenario – Stand 2024 für den erweiterten Rohbau

Mit Beginn der vorbereitenden Arbeiten im Jahr 2022 und dem Start der Hauptbauaktivitäten im Abschnitt U5 Ost (Baulose 1 und 2) im Jahr 2023 fielen erste Bauleistungen an, deren THG-Emissionen bilanziert wurden. Diese sind in der Verlaufsprognose der jährlich anfallenden Emissionen über die Projektlaufzeit in Abbildung 3 dargestellt.

Darüber hinaus zeigt sich, dass die bislang tatsächlich verursachten IST-Emissionen unter den ursprünglichen Prognosen liegen. Dies ist im Wesentlichen auf zwei Gründe zurückzuführen:

1. **Verzögerter Baustart**: Zu Beginn kam es bei den Hauptlosen zu Verzögerungen, sodass nicht mit der ursprünglich vorgesehenen Umsetzungsgeschwindigkeit und Bauaktivität begonnen wurde. Inzwischen wurde die Baugeschwindigkeit deutlich erhöht und Beschleunigungsmaßnahmen umgesetzt.

2. **Genaue Terminplanung**: Die bisherigen Prognosen basierten auf Grobterminplänen aus der Ausschreibungsphase. Mittlerweile liegen detaillierte Ausführungsterminpläne für den Bereich U5-Ost vor, die ein differenzierteres Bild der Bauausführung ermöglichen. Daraus ergeben sich sowohl für bereits abgeschlossene als auch für künftige Arbeiten geänderte Bauabläufe – und damit ein veränderter Materialeinsatz, der zu Verschiebungen führt.

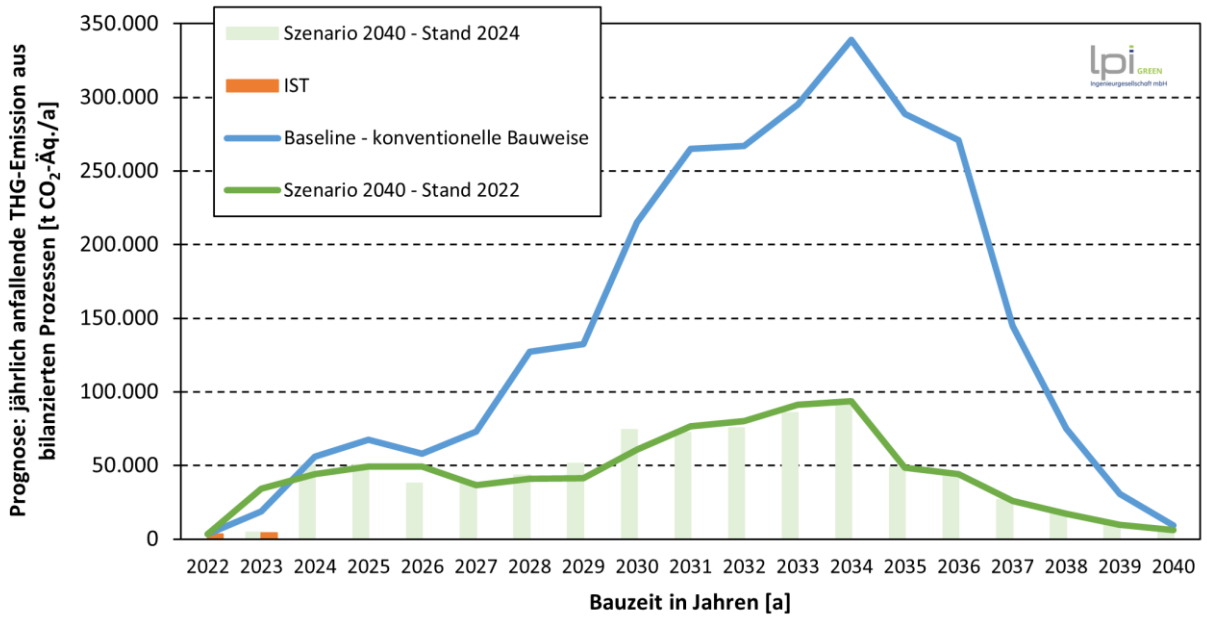


Abbildung 3: prognostizierte, jährlich anfallende THG-Emissionen des erweiterten Rohbaus im Baseline- und Zielszenario unter Berücksichtigung der jährlichen Veränderungen zwischen den Bilanzjahren 2022 und 2024

Ausblick 2025

Auch im Bilanzjahr 2025 sollen die positiven Entwicklungen aus dem laufenden Jahr konsequent weitergeführt werden. Mit dem Fortschritt der Baulose 1 und 2 im Abschnitt U5 Ost sind verschiedene Reduktionsmaßnahmen vorgesehen, die planmäßig in der Ausführung umgesetzt werden. Dazu gehört unter anderem die bereits in den Ausschreibungen enthaltene THG-reduzierte Herstellung von Ankern.

Zudem beginnt der vermehrte Einbau von Dauerbauwerksbetonen, die einen erheblichen Anteil an den THG-Emissionen im Stahlbetonbau des Projekts ausmachen.

Für den Abschnitt U5 M1000 wird im kommenden Jahr der Einsatz von HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) als alternativer Kraftstoff geprüft. Da HVO in bestehenden Diesel-Fahrzeugen und Baugeräten ohne technische Umrüstungen verwendet werden kann, lassen sich THG-Emissionen kurzfristig reduzieren. Dies kann jedoch nur eine Übergangslösung darstellen.

Auch die Integration von Elektromobilität im Bauprozess wird evaluiert. Geplant ist ein Austausch mit der Industrie, um den großflächigen Einsatz elektrisch betriebener Baugeräte und Lkw in künftigen Bauabschnitten zu prüfen. Ziel ist es, emissionsarme Technologien dauerhaft im Bauwesen zu etablieren. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass eine ausreichende Marktverfügbarkeit von elektrifizierten Baugeräten besteht und sich in der Branche etabliert haben.

Im Hinblick auf den einschaligen Tübbingausbau im Abschnitt U5 M1000 wurden bereits 2024 erhebliche THG-Einsparpotenziale bei der Herstellung der Betontübbinge identifiziert. Aufbauend darauf sollen 2025 die Verwendung von CO_2-reduzierten Betonen – durch optimierte Zemente und Mischungen – sowie der Ersatz von konventionellem Bewehrungsstahl durch Stahlfaserbewehrung weiter untersucht werden. Eine besondere Herausforderung besteht neben der technischen Umsetzung von Stahlfaserbeton für Tübbing-Fertigteile in der Zulassung derartiger Bauteile in Deutschland. Derzeit ist ein Einsatz

nicht standardmäßig zugelassen, stattdessen bedarf es einer „Zustimmung im Einzelfall“ (ZiE). Die HOCHBAHN hat deshalb die Erstellung einer ZiE beauftragt. Diese berücksichtigt neben der Genehmigungsstrategie auch die Integration klimafreundlicher Betonzusammensetzungen. Erste Ergebnisse – insbesondere zu möglichen Reduktionspotenzialen – werden Ende 2025 erwartet.

Auch im weiteren Planungsverlauf der U5 Mitte schreitet die Planung in mehreren Abschnitten voran, die ebenfalls auf eine klimaschonende Bauweise abzielt. Für den ersten Abschnitt (U5 Mitte 1000) wird derzeit die Ausführungsplanung bis zur Ausschreibungsreife vorangetrieben. Aufbauend auf den bisherigen Erfahrungen im Bereich der U5 Ost werden hier wieder besondere klimaschonende Anforderungen an die eingesetzten Materialien und Bauweise gestellt werden. In den Abschnitten U5 Mitte 2000 bis 6000 erfolgt im Jahr 2025 die Entwurfsplanung. Diese wird voraussichtlich spürbare Auswirkungen auf die Bauwerkskubaturen und damit auf den notwendigen Materialbedarf haben.

Ein erster Erfolg konnte bereits an der geplanten Haltestelle am Universitätsklinikum Eppendorf (UKE) erzielt werden: Durch die Optimierung der Bauwerkskubatur wird eine Materialeinsparung von rund 5 % erwartet. Auf Basis dieser Optimierungen ist eine Aktualisierung der THG-Bilanz im Rahmen der dritten Fortschreibung der Roadmap für 2025 vorgesehen.

Alle genannten Maßnahmen werden durch eine kontinuierliche ökobilanzielle Beratung fachlich begleitet, bewertet und weiterentwickelt.

gez. die Autor:innen:

Dipl.-Ing. Christoph Begemann
Leitung nachhaltiges Planen und Bauen
Projektleitung

Laura Lehmann B. Sc.
stellv. Projektleiterin

Literatur

[1] Begemann, C., Schulte-Schrepping, C.: Neubauprojekt U5 Hamburg – THG-Bilanzierung und Roadmap, LPI-Ingenieurgesellschaft mbH / HOCHBAHN, Hannover, 2022, Quelle: https://www.hochbahn.de/resource/blob/33768/067e583a2d2751ec94412caaf785b070/u5-d-klima-summary-data.pdf, zuletzt abgerufen: 30.10.2024

[2] Begemann, C. et al: Neubauprojekt U5 Hamburg – Fortschreibung THG-Bilanzierung und Roadmap, LPI Ingenieurgesellschaft mbH, interner Bericht, Hannover/ Hamburg 2023

[3] Begemann, C. et al: U5-Ost THG-Jahresbilanz 2022, LPI Ingenieurgesellschaft mbH, interner Bericht, Hannover/ Hamburg 2023

[4] Begemann, C. et al: U5-Ost THG-Jahresbilanz 2023, LPI Ingenieurgesellschaft mbH, interner Bericht, Hannover/ Hamburg 2024

[5] Begemann, C. et al: U5-Ost THG-Jahresbilanz 2024, LPI Ingenieurgesellschaft mbH, interner Bericht, Hannover/ Hamburg 2025

[6] Begemann, C. et al: Neubauprojekt U5 Hamburg – Teilstrecke U5M1000 – THG-Bilanzierung und Reduktionsstrategie, LPI Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover/ Hamburg 2024

[7] Gschösser, F.: Prüfbericht – Jahresbilanzen und Fortschreibung der Roadmap, Uni Innsbruck, 2025