

U5 – eine neue U-Bahnlinie für Hamburg

<https://doi.org/10.14459/2023.1724792.mbs27.02>

Gerhard Zehetmaier



Dr.-Ing. Gerhard Zehetmaier

1994-99 Studium Bauingenieurwesen, TU München
1999-2006 Wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für Massivbau der TU München
2006 Promotion
2006-16 Bilfinger Berger / Bilfinger SE; Tragwerksplaner, Bauleiter, Leiter Technisches Büro, Leiter Corporate Technology
seit 2016 WTM Engineers GmbH, Hamburg
seit 2018 Geschäftsführender Gesellschafter

Die neue U-Bahnlinie U5 in Hamburg wird mit einer Länge von 25 km und prognostizierten Kosten von bis zu 16,5 Mrd.€ eines der größten und ambitioniertesten Nahverkehrsprojekte Deutschlands. Der Beitrag soll neben einem Überblick über das Projekt insbesondere Auskünfte zu planerischen Aspekten geben, etwa zu bautechnisch komplexen Innenstadthaltestellen oder zur vollständig modellbasierten Entwurfsplanung.

The new U5 metro line in Hamburg will be one of the largest and most ambitious public transport projects in Germany, with a length of 25 km and a projected cost of up to €16.5 billion. In addition to an overview of the project, the article provides specific information on planning aspects, such as structurally complex inner-city stations or the entirely model-based design approach.

Das Projekt im Überblick

Nach Jahrzehnten eines eher verhaltenen U-Bahn-Baues wird die Freie und Hansestadt Hamburg mit der neuen U-Bahnlinie U5 das Streckennetz um etwa 20% erweitern. Zukünftig werden 270.000 Fahrgäste am Tag an den 23 Haltestellen der rund 25 km langen Neubaustrecke erwartet. Die Linie führt von den Wohnsiedlungen Bramfeld und Steilshoop im Osten über Innenstadtquartiere an der Alster wie Winterhude und Hoheluft bis hin zu den Volkspark-Arenen im Westen der Stadt (Abb. 1). Mit der City Nord, der Innenstadt, der Universität oder dem Universitätsklinikum Eppendorf werden stark frequentierte Zentren angeschlossen. Von hoher Bedeutung für die Netzwirkung des gesamten hanseatischen Schnellbahnsystems sind zudem die Umsteigehaltestellen etwa an Hauptbahnhof, Jungfernstieg, Stephansplatz und Hoheluft – gleichzeitig bautechnisch äußerst herausfordernde Eingriffe in den Bestand.

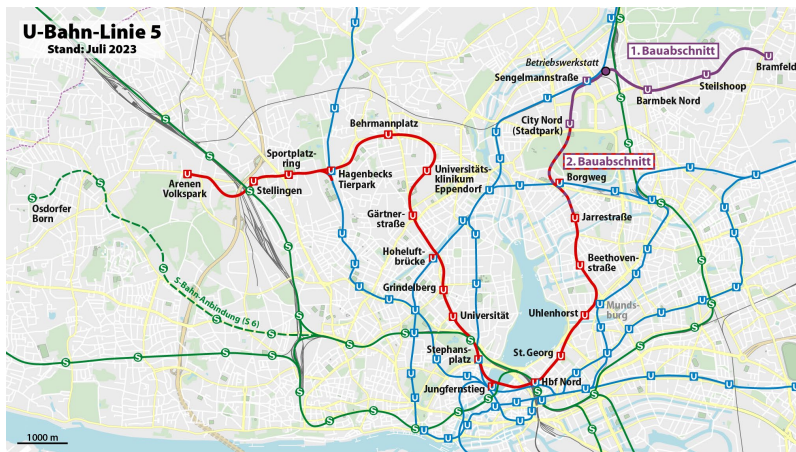


Abb. 1: Verlauf der neuen U-Bahnlinie U5 in Hamburg mit dem Abschnitt U5 Mitte von der Haltestelle City Nord bis zu Arenen/Volkspark; U5 Ost in violett als 1. Bauabschnitt dargestellt [1]

Die Verantwortung für Planung, Bau und Inbetriebnahme übernimmt mit der eigens geschaffenen HOCHBAHN U5 Projekt GmbH eine Tochter der Hamburger Hochbahn AG.

Die neue U5 soll vollautomatisch betrieben werden und eine Taktfrequenz von 90 Sekunden ermöglichen. Dies wird in der grundlegenden Konzeption der Linie berücksichtigt z.B. über eine Vielzahl von Gleiswechseln, ausreichende Abstellkapazitäten und einen hohen Bedarf an Technikräumen.

Die Linie ist in zwei übergeordnete Abschnitte unterteilt: Die seit 2022 in Bau befindliche U5 Ost sowie den an der City Nord anschließenden, rund 17 km langen Abschnitt der U5 Mitte (Abb. 1). Die Ingenieurgemeinschaft U5 Mitte (IGU5M), eine Arbeitsgemeinschaft aus Schüssler Plan / Düsseldorf, WTM Engineers / Hamburg und ISP ZT / Wien, war ab 2016 mit Machbarkeitsstudie und Vorentwurf der U5 Mitte betraut und erarbeitet derzeit die Entwurfs- und Genehmigungsplanung für den nächsten Bauabschnitt von der City Nord bis zur Haltestelle Jarrestraße.

Zeitlicher Rahmen und Kosten

Ambitioniertes Ziel der Freien und Hansestadt Hamburg ist es, die gesamte U5 bis 2040 in Betrieb zu nehmen (Abb. 2). Dabei werden einzelne Abschnitte zeitlich versetzt geplant, genehmigt, gebaut und in Betrieb gesetzt. Für den Abschnitt U5 Ost erfolgte der Spatenstich bereits 2022, der Probebetrieb soll 2027 starten. Für den nächsten Bauabschnitt zwischen City Nord und Jarrestraße werden Planfeststellungsbeschluss und Baustart für 2026 angepeilt.

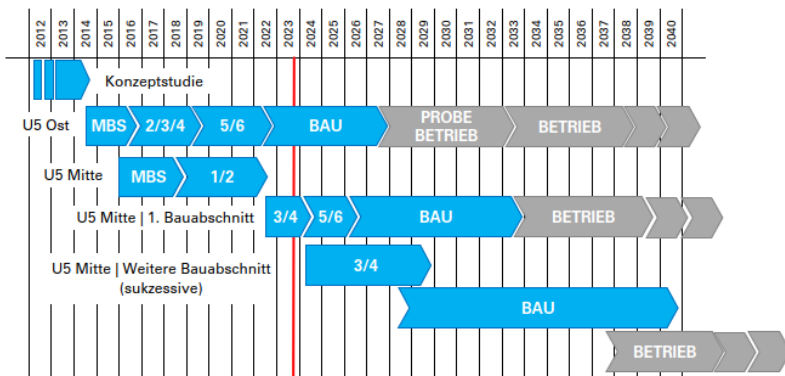


Abb. 2: Zeitlicher Ablauf Neubau U5 (Zahlen entspr. Leistungsphasen nach HOAI)

Die aktuelle Schätzung sieht Baukosten, sog. Basiskosten, für das gesamte Projekt in Höhe von 7,7 Mrd.€ (Stand 2023) vor. Im Sinne der 2014 in Hamburg eingeführten Budgetierungsregeln zum „Kostenstabilen Bauen“ [2] werden im Haushalt zusätzlich 1,1 Mrd.€ für Kostenvarianz sowie bis zu 7,7 Mrd.€ für Preissteigerungen, also insgesamt max. 16,5 Mrd.€ berücksichtigt [3]. Davon werden für die U5 Ost 2,8 Mrd.€ erwartet.

U5 Mitte – Bauliches Konzept

Die U5 durchquert unterschiedlichste stadträumliche Gebiete, von locker bebauten Stadtrandbereichen bis zu dicht besiedelten innerstädtischen Quartieren. Den Randbedingungen entsprechend unterscheiden sich auch die baulichen Konzepte. Im Folgenden werden die baulichen Lösungen der U5 Mitte, die primär in innerstädtischem Umfeld verläuft, beleuchtet.

Die komplexen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse dominieren dabei die gewählten Bauweisen vor allem der Haltestellen. Der Baugrund ist, typisch für den norddeutschen Geestrücken, stark eiszeitlich geprägt und heterogen. Unter mehreren Meter mächtigen Auffüllungen stehen Wechsellagen aus kiesigen und schluffigen Sanden sowie Geschiebemergel (Grundmoränen), teils mit Sandbändern und eingelagerten Steinen und Blöcken an. Die einzelnen Lagen variieren stark in ihren Mächtigkeiten. In größerer Tiefe finden sich u.a. Lagen aus Lauenburger Ton. Die unterliegenden, teils in sehr großer Tiefe anstehenden tertiären Glimmerschluffe und -tone großer Mächtigkeiten sind für die Herstellung der U5-Bauwerke in der Regel nicht von Bedeutung. Dagegen stellen die eiszeitlichen Rinnen im Geestrücken, heute Gewässerniederungen z.B. entlang der Goldbek oder der Osterbek, die teils mit Torfen und Mudden aufgefüllt sind, erhebliche bautechnische Herausforderungen dar. Das Grundwasser steht im Allgemeinen oberflächennah, wenige Meter unter GOK an.

Die Haltestellen der U5 Mitte weisen im Regelfall Mittelbahnsteige mit Bahnsteiglängen von 120 m rund 16 m unter GOK sowie Schalterhallen bzw. Verteilergeschosse auf. Aus betrieblichen Anforderungen werden an den meisten Haltestellen Gleiswechsel angeordnet, die unmittelbar an den Bahnsteigbereich anschließen. Über den Gleiswechselbereichen werden Technikräume und ggf. Unterwerke angeordnet. Aus der Kombination von Haltestelle und Gleiswechsel ergeben sich Bauwerke mit Längen von rund 260 m und einer Regelbreite im Bahnsteigbereich von ca. 18,6 m.

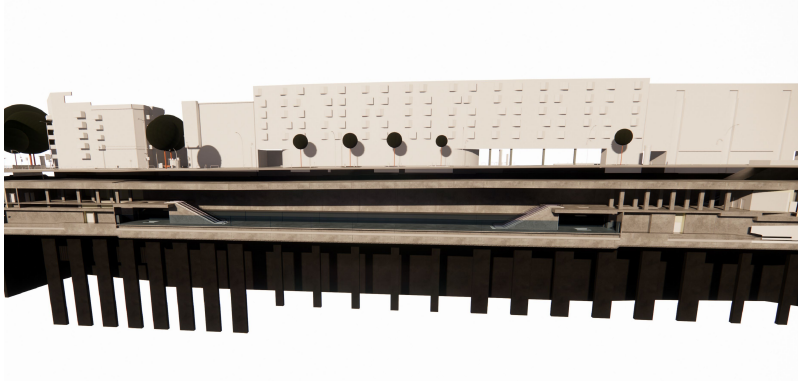


Abb. 3: Haltestelle Jarrestraße (Rendering aus dem Koordinationsmodell; Bahnsteigbereich in Bildmitte)

Hergestellt werden die Haltestellen in offener Bauweise im Schutze von ausgesteiften Schlitzwandverbauten. Abhängig von den lokalen geologischen Verhältnissen werden Schlitzwandbaugruben mit Unterwasserbetonsohle und provisorischen Verkehrsdeckeln oder alternativ eine Deckelbauweise mit Trockenaushub unter der vorab hergestellten Bauwerksdecke gewählt. Da die Haltestellen vorwiegend im Straßenraum angeordnet werden, ist die weitgehende Aufrechterhaltung des städtischen Verkehrs Planungsprämisse und erfordert eine detaillierte Betrachtung der Baulogistik im Abgleich mit der bauzeitlichen Verkehrsführung.

Die Streckentunnel zwischen den Haltestellen werden im maschinellen Vortrieb als zwei eingleisige Röhren mit Außendurchmesser 6,50 m (Innendurchmesser 5,80 m) hergestellt.

Modellbasierte Planung

Die Planung der U5 Mitte folgt dem Ziel eines umfassenden und effizienten Einsatzes der BIM-Methodik. Zwei Aspekte verdienen dabei besondere Erwähnung:

- Entwicklung eines Bestandsmodells als Single Source of Truth im Rahmen der Vorplanung.

U5 – eine neue U-Bahnlinie für Hamburg

- Modellbasierte Entwurfsplanung in 5D mit Integration aller relevanten Fachplanungen.

Das Bestandsmodell ist Kernstück des Informationsmanagements für das Projekt und stellt alle relevanten und verfügbaren Informationen als Planungsgrundlage zur Verfügung. Es umfasst entlang der Strecke unter anderem amtliche Geodaten, mehr als 2.100 Gebäude als Modelle, die mit Bestandsdaten (Informationen zu Nutzung, Bauweise, Gründung und Bestandsdokumente wie Planauszüge, Statiken, Fotos) verlinkt sind, sowie Informationen zu Bestandsleitungen und Sielen. Die Informationen stehen allen Beteiligten – dem Bauherrn, dem Generalplaner, den beteiligten Fachplanern, etc. – im Sinne einer Single Source of Truth zur Verfügung (vgl. [4]).

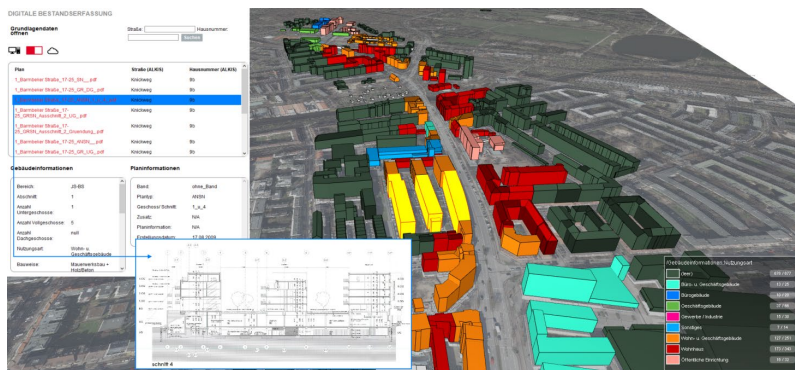


Abb. 4: Bestandsmodell – Ausschnitt Haltestellen Borgweg bis Jarrestraße: Formulare- und modellbasierte Abfrage von Informationen (Visual Reporting)

Für die aktuell laufende Entwurfsplanung des ersten Bauabschnitts der U5 Mitte wird erstmals eine weitestgehend modellbasierte Planung realisiert. Alle Objekt- und Fachplaner erstellen digitale Fachmodelle, die in einem Koordinationsmodell zusammengeführt werden. Auf der Grundlage des Koordinationsmodells werden neben der Schnittstellenabstimmung und Kollisionsprüfung weitere Anwendungsfälle, unter anderem die Termin- und Bauablaufplanung (4D) sowie die Mengen- und Kostenermittlung (5D) umgesetzt. Inhalte des Koordinationsmodells sind u.a. die Fachmodelle zu Vermessung, Bestand, Baugrund, Baugruben / Verbauten, Bauhilfsmaßnahmen, Rohbau, Tunnelbau, Architektur und raumbildender

Ausbau, Technische Ausrüstung, Verkehrsanlage Schiene, Oberfläche inkl. Verkehrsanlage Straße, Siele, Leitungen, Kampfmittel, Umwelt.

Die für einen Genehmigungsantrag erforderlichen Unterlagen wie z.B. die üblichen 2D-Plandarstellungen werden erst zum Abschluss der Planung aus dem Modell abgeleitet.

Um alle Beteiligten, insbesondere Bauherrn, General- und Fachplaner, mit modellbasierten Planungsmethodiken vertraut zu machen, wurde der eigentlichen Entwurfsplanung eine Testphase vorgeschaltet, in der Workflows und Schnittstellen an einem Prototypenmodell entwickelt, erprobt und geschult wurden.

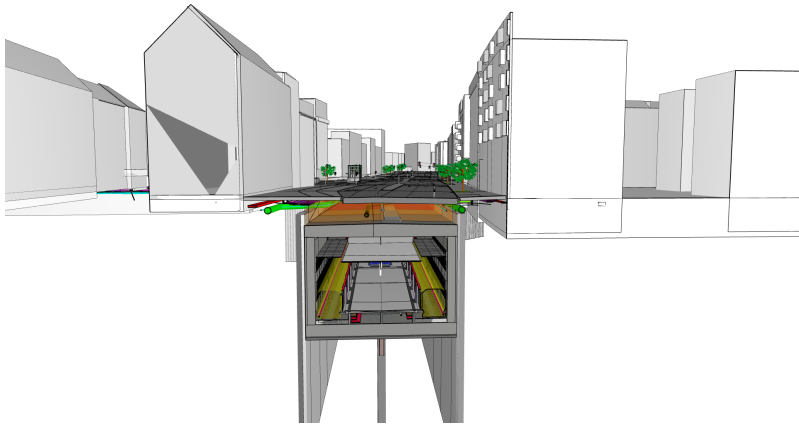


Abb. 5: Koordinationsmodell der Haltestelle Jarrestraße

Nachhaltigkeit

Damit der Neubau der U5 in Einklang mit den ambitionierten Emissionszielen der Stadt Hamburg bleibt, wird bereits in der Planung der Reduktion des CO₂-Ausstosses großer Wert beigemessen. Die Hochbahn hat sich zum Ziel gesetzt, gegenüber der ursprünglichen Vorentwurfsvariante durch planerische Optimierung, Verwendung von CO₂-reduzierten Materialien und optimierten Bauverfahren rund 70% der CO₂-Emissionen einzusparen.

Im Rahmen von Variantenuntersuchungen werden Lösungsansätze zudem einer CO₂-Bilanzierung unterzogen und damit auch nach Emissionsgesichtspunkten bewertet. Insbesondere Bauhilfsmaßnahmen verdienen hierbei besondere Aufmerksamkeit. Beispielsweise werden im Rahmen planerischer Optimierungen DSV-Maßnahmen, die per se einen sehr großen CO₂-Fußabdruck aufweisen, minimiert (vgl. [5]).

Fazit

Mit der U5 wagt die Freie und Hansestadt Hamburg zusammen mit der Hamburger Hochbahn in vielerlei Hinsicht einen großen Schritt in die Zukunft. Das größte Nahverkehrsprojekt Deutschlands ist auch aus planerischer Sicht wegweisend: durch die umfassende modellbasierte Planung, den Fokus auf Nachhaltigkeit und nicht zuletzt durch die professionelle und reibungslose Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten im Sinne eines Großprojekts außergewöhnlichen Ausmaßes.

Literatur

- [1] [https://de.wikipedia.org/wiki/U-Bahn-Linie_5_\(Hamburg\)](https://de.wikipedia.org/wiki/U-Bahn-Linie_5_(Hamburg)) [Zugriff am 15.10.2023]
- [2] Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg: Kostenstabiles Bauen – Fortentwicklung des öffentlichen Bauwesens. Drucksache 20/6208 vom 04.12.2012 https://www.buergerschaft-hh.de/parl-dok/dokument/38920/kostenstabiles_bauen_fortentwicklung_des_oeffentlichen_bauwesens.pdf [Zugriff am 15.10.2023]
- [3] Hochbahn U5 Projekt GmbH: U5: Hamburg beantragt GVFG-Förderung. Presse-Information vom 19.09.2023
- [4] Labinsky, U.; Zehetmaier, G.; Wuttig, A.: Neubau der U-Bahn 5 in Hamburg - Planung und Infomanagement vereint durch BIM. In: VBI (Hrsg.): Beratende Ingenieure 7/8.2020, S. 25 - 29
- [5] Mischo, A.; Eberle, L.; Zehetmaier, G. (2023) Ressourcenschonung und CO₂-Minderung unterirdischer Verkehrsbaugeräte in offener Bauweise durch konstruktiv optimierte Verbauten. Bautechnik 100 (7). <https://doi.org/10.1002/bate.202300073>