

Kapazitätserweiterung Ost-West-Achse Vergleich oberirdische - unterirdische Stadtbahnführung Vergleichende Darstellung der THG-Bilanzprognose

Dokument Nr.	BR-2304109-3
Auftraggeber	Stadt Köln Amt für Brücken, Tunnel und Stadtbahnbau Amt für Straßen und Radwegebau Willy-Brandt-Platz 2 50679 Köln
Datum	21.02.2024 Ausfertigung: 2
Verfasser	LPI Ingenieurgesellschaft mbH Völgerstraße 9 30591 Hannover E-Mail: begemann@lpi-ing.de Internet: www.lpi-ing.de Autor: Dipl.-Ing. Christoph Begemann, Celina Platz B. Sc., Laura Lehmann B. Sc., Dipl.-Ing. Daniela Eckert

Dieser Bericht umfasst 13 Seiten inkl. Deckblatt und 1 Seite Anhang. Jede Veröffentlichung, auch auszugsweise, bedarf der vorherigen schriftlichen Genehmigung.

Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung, Strategie und Aufgabenstellung.....	3
2	Ergebnisübersicht der Bilanzierung für „Grund- und Ziel-Szenario“	6
3	Vergleichende Gegenüberstellung der beiden Alternativen	9
A	Literatur	14

1 Zielsetzung, Strategie und Aufgabenstellung

Die Stadt Köln und die KVB steuert und koordiniert die Planung für das Projekt „Kapazitätserweiterung Ost-West-Achse“ der Stadtbahnlinie 1 als Teil der Mobilitätswende.

Die Stadtbahnlinie 1 hat in den Hauptverkehrszeiten bereits ihre Kapazitätsgrenze erreicht, eine Taktverdichtung der Linien ist technisch nicht umsetzbar. Aufgrund dessen bietet der Einsatz längerer Züge (90m-Einheiten) eine realistische Umsetzungsperspektive.

Das Gesamtprojekt beinhaltet den in dem nachfolgenden Übersichtsplan dargestellten Streckenverlauf, welcher in die Bereiche West, Innenstadt, Bestandstunnel und Ost aufgeteilt ist. Insbesondere im Innenstadtbereich sind erhebliche Umbau- und Neubauarbeiten erforderlich, da sowohl die innerstädtischen Verkehrsströme als auch das urbane Leben in Einklang gebracht werden müssen. Daher werden für diesen Bereich (blaue Markierung in **Abbildung 1**) zwei unterschiedliche Alternativen untersucht: Die oberirdische Stadtbahnführung (Alternative 1) und die unterirdische Stadtbahnführung (Alternative 2).

Die Vor- und Nachteile der beiden Alternativen sollen herausgearbeitet, gegenübergestellt und verglichen werden und im Anschluss als Entscheidungsvorlage vorgelegt werden.

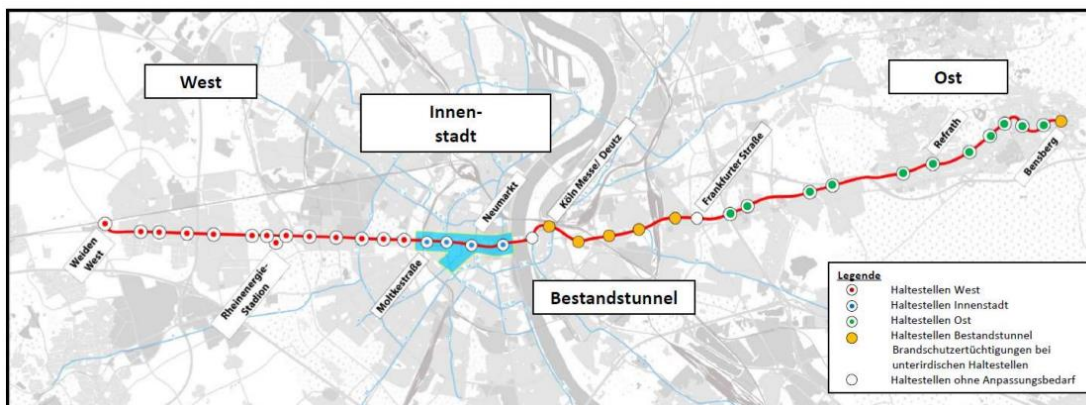


Abbildung 1: Übersichtsplan Kapazitätserweiterung Ost-West-Achse, Quelle: Stadt Köln

Die Stadt Köln ist sich bewusst, dass der Bau eines solchen Projektes neben den üblichen Bauaufwänden, Kosten, Bauzeit auch erhebliche Umweltauswirkungen mit sich bringen kann und damit auch signifikante Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen) verursacht. Diese sind vorrangig den verwendeten Materialien und den notwendigen Bauprozessen und Bauverfahren inkl. der notwendigen Energieverbräuchen geschuldet. Daher soll auch die mit der Herstellung verbundenen THG-Emissionen in die Entscheidungsfindung eingebunden werden auch wenn bisher keine normative Vorgabe besteht.

Die LPI Ingenieurgesellschaft mbH berät und unterstützt die Planungsbüros und die Projektgruppe der Stadt Köln bei der Evaluierung der mit der Herstellung der beiden Alternativen einhergehenden THG-Emissionen, sowie deren Vergleich. Im Rahmen dessen werden die beiden Alternativen unabhängig voneinander THG-bilanziell erfasst und bewertet, vgl. [1],[2]. In den beiden Einzelberichten wird das grundsätzliche Bilanzierungsvorgehen, die Ergebnisse und deren Grundlagen und Herleitung genauer beschrieben.

Wesentliche Grundannahmen, die auch für den Vergleich der beiden Variante Relevanz haben, sollen nachfolgend zusammenfassend dargestellt werden.

Grundlage für die durchgeführten Bilanzierungen sind normative Regelwerke für die Lebenszyklusanalyse, wie z. B. ISO 14040 [N.1] etc., an die sich die vorliegenden im inhaltlichen Aufbau und Vorgehen Bilanz anlehnen.

Darüber hinaus ist es wichtig in diesem Zusammenhang das Bilanzierungsziel und den Bilanzierungsrahmen zu definieren. Ziel der vorliegenden Bilanzierungen ist es eine grundsätzliche Abschätzung der erwartbaren THG-Emissionen durch die beiden Alternativen auf dem Niveau des derzeitigen Planungsstandes zu erhalten. Des Weiteren soll die Bilanzierung eine Einschätzung liefern in welchen Bereichen die Haupt-THG-Emissionen entstehen und inwieweit Einsparpotentiale zur Reduzierung der mit der Herstellung der beiden Alternativen einhergehenden Emissionen existieren.

Unabhängig von der gewählten Alternative setzt sich die Gesamtmaßnahme aus einer vorlaufenden Herstellung eines „Bauzwischenzustand“ und einer im Anschluss umgesetzten eigentlichen Hauptbaumaßnahme, die den Endzustand herstellt. Auf Grund des notwendigen zeitlichen Aufwandes wird im Rahmen der Herstellung des „Bauzwischenzustandes“ die Nutzung der 90-Meter Züge auf der bisherigen Schienenanlage ermöglicht. Im Wesentlichen umfasst die Maßnahme nach Aussage des AGs die Herstellung von verlängerten Bahnsteigen, so dass die 90-Meter Züge vollumfänglich abgefertigt werden können. Parallel zu der Herstellung des Bauzwischenzustandes wird die weitere Planung des Endzustandes der jeweiligen Alternative vorangetrieben. Die eigentliche Hauptmaßnahme umfasst die Ausführung der jeweiligen herzustellenden Bauwerke (Schienenanlagen, Stationen, Tunnel, etc.) der Alternative, sowie der Herstellung der zugehörigen notwendigen Baubehelfe und bauzeitlichen Umverlegungen von Anlagen, damit die vorgenannten Dauerbauwerksteile hergestellt werden können. Derzeit liegt insbesondere für die beiden Hauptmaßnahmen eine hinreichender Planungsstand für eine THG-Bilanzprognose vor.

Im Fokus der Bilanzierung stehen die massenreichen und energieintensiven THG-Emissionen für den erweiterten Rohbau der beiden Alternativen auf Grundlage der zum Zeitpunkt der aktuellen Planungsarbeiten (Leistungsphase 2: Vorplanung) bekannten Materialmengen und damit einhergehenden Bauprozessen. Auf Grund des aktuellen Planungsstand muss ebenfalls angemerkt sein, dass die Emissionen auch nur die zu diesem Zeitpunkt mit ausreichender Planungstiefe belegten Massen und Mengen berücksichtigen kann. Die zugehörigen Bauprozesse können meist nur auf Basis von Erfahrungswerten anderer Maßnahmen abgeschätzt werden. Eine genauere Definition erfolgt in der Regel erst in späteren Planungsphasen, wodurch sich ebenfalls zukünftig Änderungen ergeben können und die hier angegebenen Werte keinen Anspruch haben einen absoluten Vergleich der finalen THG-Emission zu liefern, sondern einen Vergleich der beiden Alternativen unter vergleichbaren Annahmen erlauben soll.

Der Bauzwischenzustand zur Nutzung der 90-Meter Züge auf der derzeitigen Anlage ist nicht Bestandteil der Bilanzierungen. In Rücksprache mit den Planern und der Vorhabenträger:Innen wird nachzeitigem Stand davon ausgegangen, dass der Einfluss auf die jeweiligen Bilanzen als gering eingeschätzt wird und auf Grund der derzeit noch nicht in ausreichender Tiefe vorliegenden Massenermittlungen keine Bilanzierungsprognose möglich ist.

Für die Alternative 1 liegen aktuell mehrere Varianten vor (N6.2 und N8.2). Die Bilanzierung der Alternative 1 fand auf Basis von der Mengenermittlung für die Varianten N6.2 statt. Nach derzeitiger Rücksprache mit dem AG ist für die Variante N8.2 auf Grund der notwendigen zusätzlichen, unterirdischen Anbindungsbauwerke die notwendigen Bauaufwendungen und damit erforderlichen THG-Emission ggü. der jetzigen Bilanz als leicht erhöht einzuschätzen. Die derzeitige THG-Bilanzprognose der Alternative 1 stellt somit eine Progressive Variante dar. Für den Vergleich der Alternativen bedeutet dies, dass ein konservativer Ansatz gewählt wurde, da andernfalls die Emissionen der Alternative „näher“ an den Emissionen der Alternative 2 liegen würde.

Des Weiteren werden für die Bilanzierung spez. Umweltindikatoren für die Baustoffe und Bauprozesse aus einer freizugänglichen Datenbank (ÖKOBAUDAT) verwendet. Auch wenn andere Datenbanken eine breitere Differenzierung erlauben und detailliertere Prozesse abbilden, war es das Ziel eine möglichst transparente Wahl der spez. THG-Emission aus freizugänglichen Quellen zu verwenden, auch wenn diese nicht immer die eigentlichen Prozesse im Detail abbilden. Sollten für bestimmte Bauweise und Bauprozesse keine Datenbankinformationen vorliegen, wurde auf die umfangreichen Erfahrungswerte der LPI Ingenieurgesellschaft zurückgegriffen.

Die beiden Alternativen werden zunächst in einem Grundszenario bilanziert, dass eine konventionelle Herstellung unter üblichen Bauprozessen abbildet und keine aktiv vorgesehenen Maßnahmen zur THG-Reduktion beinhaltet. In einem zweiten Zielszenario wird ebenfalls untersucht, welche Möglichkeiten bestehen, die THG-Emissionen in der Herstellung der Alternativen zu minimieren, um eine möglichst klimaschonende Bauweise zu erreichen. Dafür werden heute bereits umsetzbare Maßnahmen mit den Planenden und den Planungsabteilungen der Bauherrin evaluiert und bilanziell bewertet. Darüber hinaus sind weitere Maßnahmen einerseits durch eine klimaschonende Planung in den kommenden Leistungsphasen, als auch durch industrielle Entwicklungen in den kommenden Jahren zu erwarten, die weiter zu einer Reduzierung der Emissionen beitragen können. Deren bilanzielle Evaluation ist jedoch für einen derartigen Vergleich nur schwer durchzuführen, so dass diese Maßnahmen zwar tabellarisch erfasst werden, jedoch nicht bilanzielle quantitativ bewertet werden.

Es ist geplant die hier beschriebenen Möglichkeiten zur THG-Reduktion im Rahmen der weiteren Planung und Ausführung zu nutzen und damit eine klimaschonende Herstellung, unabhängig von der gewählten Alternative zu erreichen. Dazu wird mit diesen Bilanzierungen und den aufgezeigten Reduktionspotentialen ein Grundstein für eine transparente und nachvollziehbare THG-Reduktionsstrategie für die Kapazitätserweiterung der Stadtbahnlinie 1 gelegt. Es ist vorgesehen, dass auch die weiteren Planungsphasen und die Herstellung der Alternative 2 kontinuierlich durch die ökobilanzielle Bewertung und Beratung begleitet wird und damit auch eine Umsetzung der Maßnahmen weiter unterstützt wird. Dies ist für die Alternative 1 bisher nicht vorgesehen.

Das vorliegende Dokument dient als Klammer um die beiden Einzelberichte und stellt die wesentlichen Ergebnisse dar und nimmt einen Vergleich der ermittelten THG-Emissionen für die beiden Alternativen in dem Grund- und dem Zielszenario vor. Der Vergleich von THG-Emissionen von zwei Alternativen muss neben dem reinen Vergleich der THG-Emissionen auch bewerten, inwieweit die beiden Alternativen selbst auch in Ihrer Funktionalität vergleichbar sind. Hier sei angemerkt, dass dies nicht ohne weiteres der Fall ist. Grundsätzlich dienen beide Alternativen dazu eine innerstädtische Verbindung und Stärkung des ÖPNV auf dieser Strecke zu schaffen. Dennoch unterscheiden sich die beiden Alternativen auch in ihrer jeweiligen weiteren Funktionalität. Für deren Bewertung werden in der Regel weitere Kriterien

benötigt, um ein vollständiges Bild für den Vergleich zu erhalten. Hier können Nachhaltigkeitsbewertungen helfen, die neben der ökologischen Qualität, in die auch die Lebenszyklusanalyse auch mit der Bilanzierung der THG-Emissionen eingebettet ist, auch weitere Qualitäten wie die wirtschaftliche oder soziokulturelle Qualität eines Bauwerkes berücksichtigt werden, vgl. **Abbildung 2**.

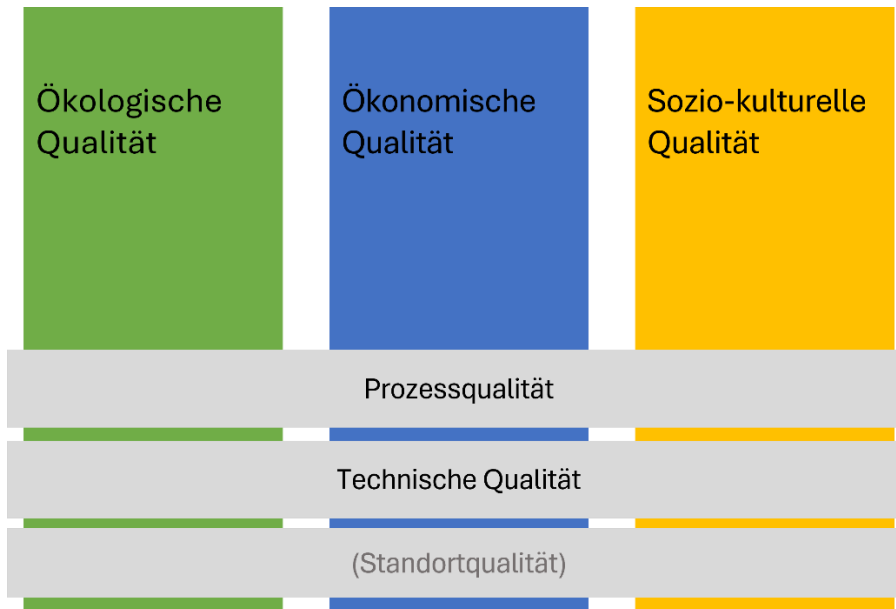


Abbildung 2: typisches Drei-Säulenmodell der Nachhaltigkeit unter Berücksichtigung weiterer Querschnittsthemen (Prozessqualität, technische Qualität und Standortqualität, wie sie in gängigen Nachhaltigkeitsbewertungssystemen, z. B. aus dem Hochbau, etabliert sind)

Ein einheitliches, allgemeinverfügbares Nachhaltigkeitsbewertungssystem für Infrastrukturprojekte und im Speziellen für den schienengebundenen ÖPNV in ober- oder unterirdischer Streckenführung gibt es bisher nicht. Es besteht jedoch die Möglichkeit projektspezifische Nachhaltigkeitsbewertungssysteme aufzustellen. Für das aktuelle Projekt wird durch die Stadt Köln eine eigene Bewertung durch einen Kriterienkatalog unter Berücksichtigung der THG-Emissionen vorgenommen, so dass die Erfassung der unterschiedlichen Funktionalitäten außerhalb dieses Berichtes erfolgt und hier der alleinige Vergleich der anfallenden THG-Emissionen im Fokus steht.

2 Ergebnisübersicht der Bilanzierung für „Grund- und Ziel-Szenario“

Aufbauend auf den einzelnen Bilanzierungsberichten [1,2] werden die Ergebnisse der THG-Bilanzierungsprognosen nachfolgend dargestellt. Die Alternative 1 erreicht mit einer anvisierten Nutzungsdauer von 50 Jahren¹ in der Grundbilanzierung eine THG-Last von ca. 32.700 t CO₂-äq, vgl. **Abbildung 3**. Infolge der Umsetzung verschiedener Reduktionsmaßnahmen, die insbesondere auf eine Optimierung der spez. THG-Emissionen auf Materialebene abzielen, wird im Zielszenario eine reduzierte THG-Last von ca. 30.600 t CO₂-äq bei gleicher Nutzungsdauer und Bilanzierungsrahmen erreicht. Die

¹ Die Festlegung der anvisierten Nutzungsdauer und damit angesetzter planerischer Lebensdauer des Bauwerkes erfolgte in Rücksprache mit den Vertreter:Innen der Bauherr:In. Diese kann z. B. nach ABBV [5] für unterschiedliche Verkehrsträger und Baukörper gewählt werden, an denen sich die Vertreter:Innen der Bauherr:In orientiert und auf Basis eigener Erfahrungen festgelegt haben.

Auswertung der Bilanzergebnisse zeigt, dass das Gesamt-THG-Potential im Zielszenario gegenüber dem Grundszenario um etwa 6 % reduziert werden könnte.

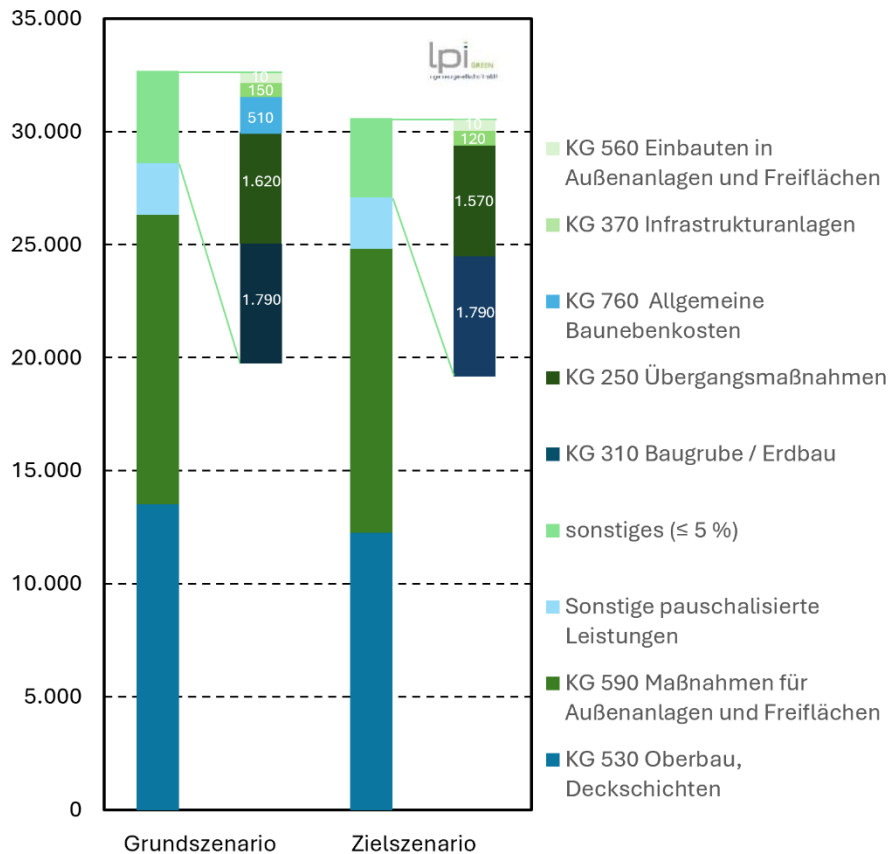


Abbildung 3: Ergebnisse der THG-Bilanzierung für die Alternative 1 nach Kostengruppen (KG): oberirdische Streckenführung in dem Grundszenario: konventionelle Bauweise (links) und dem Zielszenario: klimaschonende Bauweise (rechts)

Die Alternative 2 erreicht in der Grundbilanzierung eine THG-Last von ca. 282.500 t CO₂-äq., vgl. **Abbildung 4**. Auch hier wurden für die Entwicklung des Zielszenarios, dass eine klimaschonendere Bauweise des Bauwerkes erreichen soll, auch gemeinsam mit den Planenden Reduktionspotentiale für die THG-Emissionen insbesondere im Bereich der sehr THG-intensiven Gewerken (z.B. Herstellung der Baugrube und Massivbauteilen) ermittelt. Durch die Umsetzung der Maßnahmen wird im Zielszenario eine THG-Last von ca. 197.500 t CO₂-äq. erreicht. Auch wenn unterirdische Bauwerke in der Regel nicht zurückgebaut werden, wird in diesem Szenario von einer anvisierten Lebensdauer von ca. 100 Jahren ausgegangen.²

Die Auswertung der Bilanzergebnisse zeigt, dass das Gesamt-THG-Potential im Zielszenario gegenüber dem Grundszenario um etwa 30 % mit den aktuell technischen Möglichkeiten aus Planung und Materialien reduziert werden könnte. Die dargestellte Reduktionsanteil gliedert sich in ein Reduktionsanteil

² Die Festlegung der anvisierten Lebensdauer erfolgte in Rücksprache mit den Vertreter:Innen der Bauherr:In. Diese kann z. B. nach ABBV [5] für unterschiedliche Verkehrsträger und Baukörper gewählt werden, an denen sich die Vertreter:Innen der Bauherr:In orientiert haben.

aus der optimierten Oberflächenplanung und aus der Optimierung der unterirdischen Baukörper (ab 70 cm unter Geländekante) auf. Im Bereich der Oberflächenplanung wird eine Reduktion um etwa 9 % bezogen auf das Grundszenario und im Bereich der unterirdischen Baukörper eine Reduktion um etwa 35 % bezogen auf den Anteil im Grundszenario erreicht. Auf Grund des deutlich größeren Anteils der unterirdischen Baukörper am Gesamtumfang der Alternative kann insgesamt ein größeres Reduktionspotential erreicht werden.

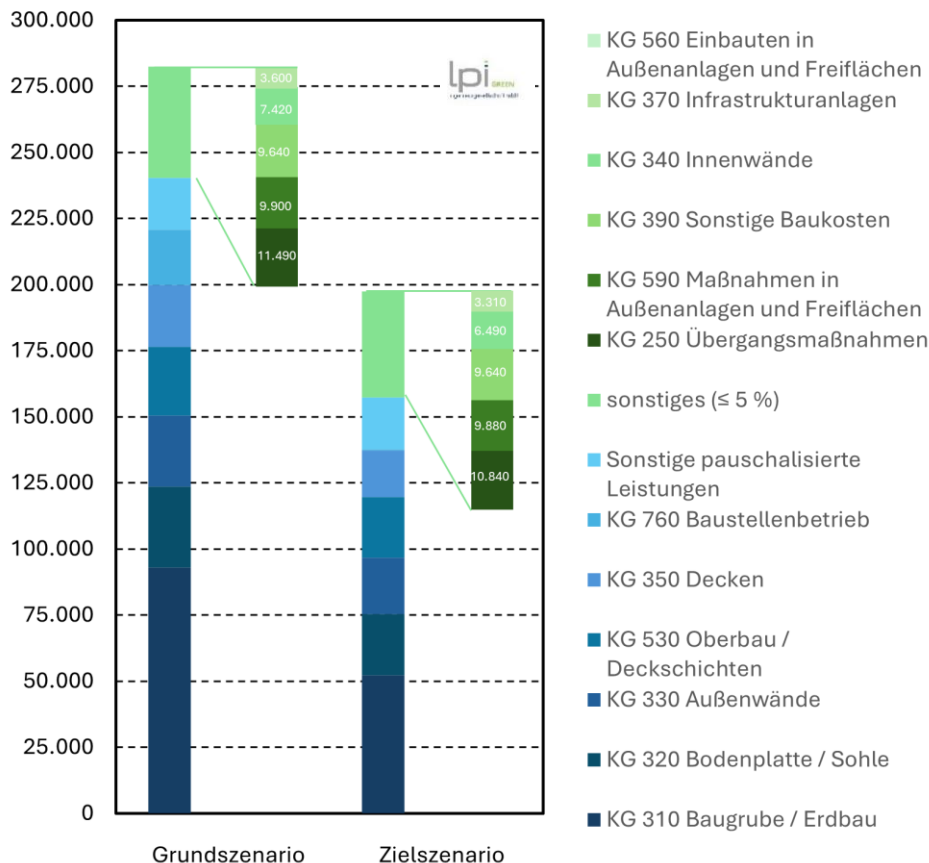


Abbildung 4: Ergebnisse der THG-Bilanzierung für die Alternative 2 nach Kostengruppen (KG): unterirdische Streckenführung im Grundszenario: konventionelle Bauweise (links) und dem Zielszenario: klimaschonende Bauweise (rechts)

In beiden Alternativen wurden zunächst Maßnahmen im Zielszenario quantifiziert berücksichtigt, deren Umsetzung heute schon möglich sind und vor allem auf die Verwendung von THG-armen Materialien mit gleicher Leistungsfähigkeit abzielen. In beiden Fällen wurden weitere Reduktionspotentiale identifiziert, die in Zukunft zum Beispiel durch eine Fortführung der Planung oder durch industrielle Entwicklungen in der Materialtechnologie und der Prozesstechnik des Bauens erreicht werden.

Die Maßnahmen fokussieren dabei folgende Grundprinzipien (vgl. [3]):

- Steigerung der Effizienz im Materialbedarf (z. B. Verwendung des Baugrubenverbaus für das eigentliche Dauerbauwerk), welche zu einer Reduzierung des Materialbedarfes selbst beiträgt.
- Suffizienz**

- Steigerung der effizienten Materialnutzung (z. B. durch Verwendung von Materialien mit einem reduzierten THG-Fußabdruck, bei gleicher Leistungsfähigkeit, THG-reduzierte Stähle und Zemente auch unter Berücksichtigung neuer Technologien, die über die heutigen Möglichkeiten hinausgehen (CO₂-Abscheidung, grüner Wasserstoff, alternative Herstellungsmethoden))
– **Effizienz**
- Nutzung alternativer Herstellungs- und Baumethoden, die zum gleichen hergestellten Bauwerk führen, jedoch über alternative Herstellwege erreicht werden (z. B. Baumaschinen mit Betriebsstoffen aus regenerativen Quellen, Herstellung von unterirdischen Baukörpern im Senkkastenprinzip, etc.) – **Konsistenz**

Die Umsetzung der vorgenannten Maßnahmen erfordern genauso, wie die bereits quantitativ berücksichtigten Maßnahmen eine Prüfung der Umsetzbarkeit im Weiteren Planungs- und Bauprozess. Meist ist jedoch für die noch nicht quantifizierten Maßnahmen eine tiefere Betrachtung der Umsetzbarkeit erforderlich oder es wird ein industrieller Entwicklungsprozess vorausgesetzt, der bisher noch nicht stattgefunden hat. Auf letzteres hat die Stadt Köln und die KVB als Vorhabenträgerinnen nur einen indirekten Einfluss, in dem eine Absichtserklärung ggf. Materialhersteller:Innen und Ausführende signalisiert wird, dass derartige Baustoffe, Bauweisen und Bauprozesse, die zu einer klimaschonenden Bauweise führen, gewünscht und auch zukünftig stärker eingefordert werden. Dies kann z. B. neben Forderungen in den Ausschreibungsunterlagen durch alternative Ausschreibungsformate von Bau- und Planungsleistungen erfolgen, bei denen eine klimaschonende Herstellung belohnt werden (z.B. Schattenpreissystem, vgl. [4]).

Die bisher noch nicht quantifizierten Maßnahmen sind am Ende der jeweiligen Einzelbilanzierungsberichte für die beiden Alternativen [1], [2] dargestellt.

3 Vergleichende Gegenüberstellung der beiden Alternativen

Aufbauend auf den zuvor dargestellten Ergebnissen der beiden Alternativen erfolgt nachfolgend der Vergleich der Ergebnisse der beiden Alternativen zueinander. Der Vergleich der beiden Alternativen erfolgt an dieser Stelle lediglich unter Betrachtung der ermittelten THG-Emissionen. Es sei jedoch angemerkt, dass sich die beiden Alternativen auch in weiteren funktionalen Kriterien, wie z. B. oberirdischem Flächenbedarf, Schutzräume, allgemeiner Ressourcenverbrauch, bauliche und dauerhafte Lärmemissionen, um nur eine kleine Auswahl zu nennen, stark unterscheiden. Damit unterscheidet sich auch die weitergehende Funktionalität der Alternativen. Um diesem Vergleich gerecht zu werden bedarf es in der Regel eines umfassenderen Vergleichs als der reinen Gegenüberstellung der THG-Emissionen. Eine Möglichkeit stellt hierfür die Nachhaltigkeitsbetrachtung von Bauwerken dar, die neben den Treibhausgasemissionen in der Herstellung im Rahmen einer Lebenszyklusanalyse auch weitere Aspekte der ökologischen, ökonomischen und soziokulturellen Qualität eines Bauwerkes erfassen und eine damit ganzheitlichere Gegenüberstellung erlauben. Derartige allgemeingültige Bewertungssysteme sind bisher noch nicht vorhanden und müssen zukünftig entwickelt werden. Dennoch können heute schon projektspezifisch derartige Systeme aufgestellt werden, um die für eine Projekt relevanten Kriterien gegenüberzustellen, vgl. Abschnitt 1.

Eine erste Einordnung der THG-Emissionen auch gegenüber weiteren Bewertungskriterien soll im Kontext der weitergehenden Entscheidungsfindung auf Basis eines durch den AG selbst erstellten Kriterienkatalogs erfolgen. Um hierfür auch eine gegenüberstellende Grundlage der THG-Emissionen aus den beiden Alternativen zu liefern, erfolgt nachfolgend ein Vergleich der ermittelten THG-Emissionen.

Um die vorgehend dargestellten Einzelergebnisse der Alternativen miteinander zu vergleichen, ist es wichtig, dass ein vergleichbarer Bilanzierungsrahmen sichergestellt wird. Während für die räumliche Dimension und auch im Hinblick auf die betrachteten Gewerke einheitlich vorgegangen wurde, muss berücksichtigt werden, dass im Rahmen der erwarteten Lebensdauern der beiden Alternativen starke Unterschiede bestehen, vgl. Abschnitt 2. Während für die oberirdische Streckenführung von einer üblichen Nutzungsdauer der Gesamtmaßnahme von ca. 50 Jahren ausgegangen wird, wird in der unterirdischen Streckenführung von einer Lebensdauer von ca. 100 Jahren ausgegangen. Entsprechend sind für eine oberirdische Alternative für die gleiche Lebensdauer der unterirdischen Alternative zusätzliche Aufwendungen erforderlich. Um die unterschiedlichen Lebensdauern der Alternativen in der Bewertung zu berücksichtigen, werden die ermittelten THG-Emissionen auf die anvisierte Nutzungsdauer normiert. In der nachfolgenden **Abbildung 5** werden die lebensdauer-normierten THG-Emissionen im Grundszenario bei konventioneller Bauweise für die beiden Alternativen gegenübergestellt. Dem entsprechend wird für die Alternative 1: oberirdische Streckenführung eine jährliche THG-Last von ca. 650 t CO₂-äq/a ermittelt. Für die Alternative 2: unterirdische Streckenführung wurde eine jährliche THG-Last von ca. 2.830 t CO₂-äq/a ermittelt. Dem entsprechend ergibt sich ein Verhältnis von 1/4,3.

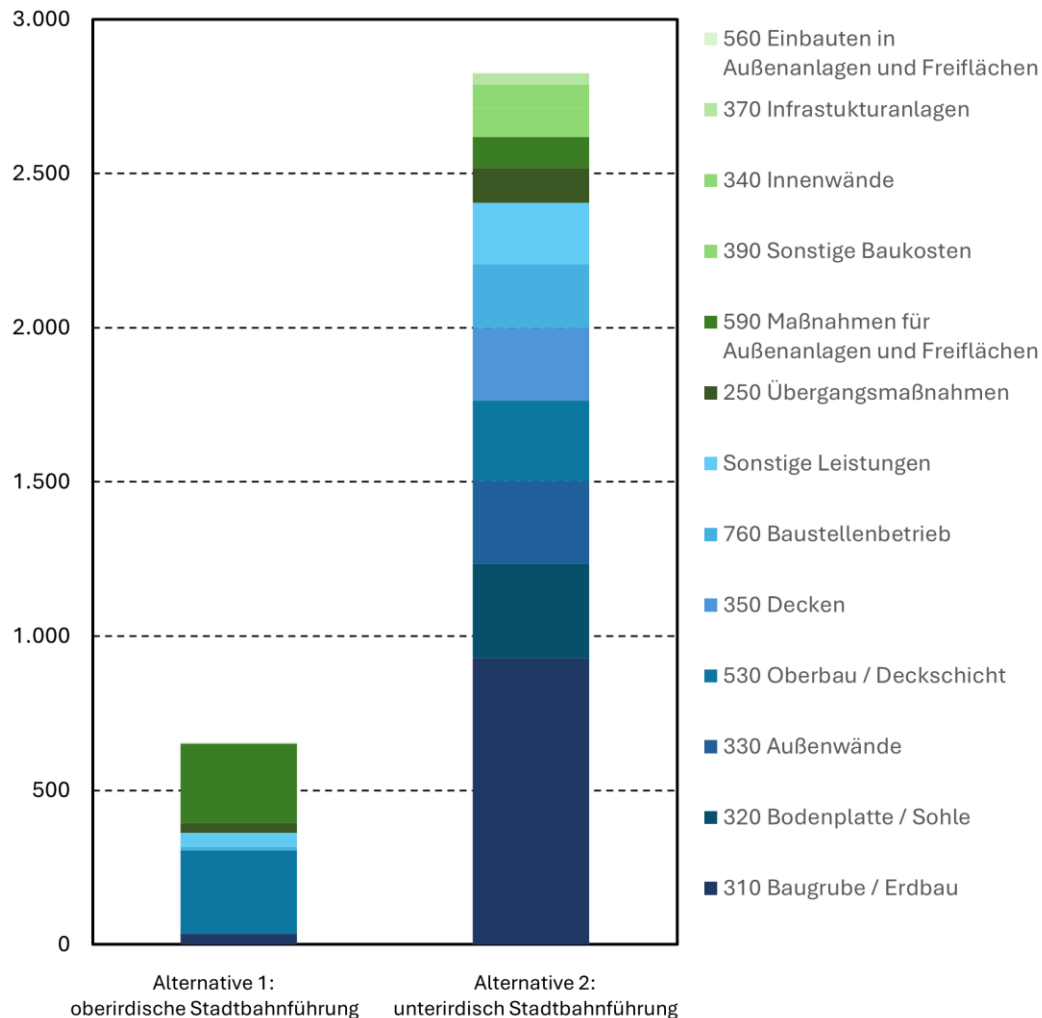


Abbildung 5: Gegenüberstellung der Alternativen im Grundszenario

Im Vergleich dazu zeigt die nachfolgende Darstellung, dass im Zielszenario in beiden Alternativen die lebensdauer-normierten THG-Emission deutlich sinken. Im Rahmen einer klimaschonenderen Bauweise, wie sie durch das Zielszenario beschrieben wird, erreicht die Alternative 1 eine jährliche THG-Last von ca. 610 t CO₂-äq/a. Die Alternative 2 reduziert sich auf ca. 1.980 t CO₂-äq/a. Damit ergibt sich ein Verhältnis von 1/3,2.

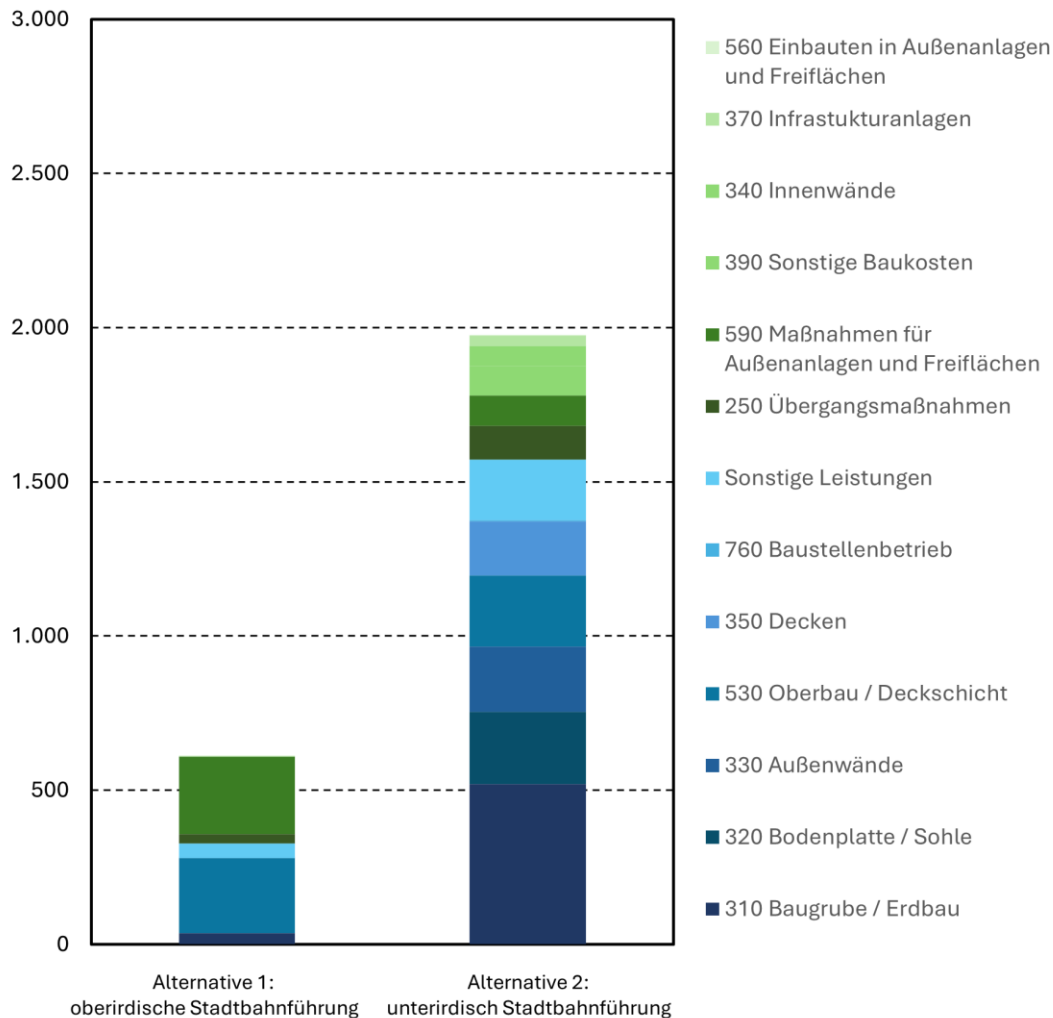


Abbildung 6: Gegenüberstellung der Alternativen im Zielszenario

Damit kann in der Alternative 2 unter Berücksichtigung der derzeit angesetzten Reduktionspotential eine stärkere Reduktion der THG-Emissionen erzielt werden.

Es ist darüber hinaus zu erwarten, dass sich dieser Effekt auch im Bereich der weiteren zukünftigen Reduktionspotentiale in der Planung und bei der Berücksichtigung zukünftiger industrieller Weiterentwicklungen in der Material- und Prozesstechnologie fortsetzen wird. Da im Bereich der Alternative 2 ein größeres Anwendungspotential in Folge der umfangreicheren Materialien gesehen wird, ist auch zu erwarten, dass sich die beiden THG-Lasten der Alternativen weiter annähern werden. Nach wie vor wird jedoch davon auszugehen sein, dass die unterirdische Streckenführung deutlich höhere THG-Emissionen verursachen wird als die oberirdische Streckenführung.

gez. die Autoren:

Dipl.-Ing. Christoph Begemann

Projektleiter / Leitung nachhaltiges Planen und Bauen

Celina Platz, B.Sc.

Projektingenieurin

Laura Lehmann, B.Sc.

Projektingenieurin

Dipl.-Ing. Daniela Eckert

Projektingenieurin

A Literatur

- [1] Begemann, C.; Platz, C.; Lehmann, L.; Eckert, D.: Kapazitätserweiterung Ost-West-Achse – Oberirdische Stadtbahnführung (Alternative 1) – THG-Bilanzierung und Roadmap, LPI-Ingenieurgesellschaft mbH / Stadt Köln, Hannover, 2024
- [2] Begemann, C.; Platz, C.; Lehmann, L.; Eckert, D.: Kapazitätserweiterung Ost-West-Achse – Unterirdische Stadtbahnführung (Alternative 2) – THG-Bilanzierung und Roadmap, LPI-Ingenieurgesellschaft mbH / Stadt Köln, Hannover, 2024
- [3] Begemann, C.: CO₂-reduziertes Bauen im Ingenieurbau am Praxisbeispiel der U-Bahnlinie U5 in Hamburg, in Tagungsband zu BAW-Kolloquium: Instandsetzung und Neubau von Verkehrswasserbauwerken: Innovativ – risikominimiert – nachhaltig, 22./23. November 2023, Karlsruhe
- [4] Püstow, Moritz, et al.: Klimaverträglich bauen mit einem Schattenpreis für CO₂-Emissionen, KPMG Law Rechtsanwaltsgesellschaft mbH, Online verfügbar unter https://www.bau-industrie.de/fileadmin/bauindustrie.de/Media/Veroeffentlichungen/2023_Impulspapier_Klimavertraeglich_Bauene_mit_einem_Schattenpreis_fuer_CO2_Emissionen.pdf, zuletzt abgerufen am 20.02.2024
- [5] Bundesministerium für Verkehrs, Bau und Stadtentwicklung: Ablösungsbeträge – Berechnungsverordnung – ABBV, Juli 2010

- [N.1] DIN EN ISO 14040: Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006 + Amd 1:2020); Deutsche Fassung EN ISO 14040:2006 + A1:2020, Stand 02/2021