

# **Quantifizierung der Treibhausgasemissionen des Projekts Stuttgart 21**

München, den 25.10.2017

Auftraggeber:

Aktionsbündnis gegen Stuttgart 21  
Dr. Werner Sauerborn  
Hauptmannsreute 144  
70193 Stuttgart

Auftragnehmer:

Karlheinz Rößler  
Verkehrsberater  
Gräfstraße 133  
81241 München

Mitarbeit:

Dipl.-Ing. Klaus Gebhard, Stuttgart  
Dipl.-Ing. Hans Heydemann, Stuttgart

## Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangssituation und Aufgabenstellung	3
2.	Aufbau, Methode und Datengrundlage der Untersuchung	5
2.1.	Planfall und Referenzfall	5
2.2.	Betrachtungszeitraum	6
2.3.	Mengengerüste und THG-Emissionsfaktoren bezüglich Bau und Betrieb der Infrastruktur sowie Zugverkehr	6
2.4.	Annahmen über den zukünftigen Strommix	8
3.	Treibhausgasemissionen im Planfall versus Referenzfall	10
3.1.	Vorbemerkungen	10
3.2.	THG-Emissionen durch Produktion des Baumaterials für S 21 inkl. Streckenausrüstung	11
3.3.	THG-Emissionen durch Grabungs-, Ausbruchs- und Abbrucharbeiten für S 21	14
3.4.	THG-Emissionen der Transporte von Baumaterial und Aushub durch Stuttgart 21	15
3.5.	THG-Emissionen durch Unterhalt und Betrieb der Bauwerke von S 21	17
3.6.	THG-Emissionen durch den Zugverkehr	20
3.7.	Summenbetrachtung der THG-Emissionen durch das Projekt S 21 im Vergleich zum Referenzfall	24
4.	THG-Emissionen des Autoverkehrs, der durch S 21 verursacht wird	26
4.1.	Notwendige Verkehrsverlagerung vom PKW zum Zug	26
4.2.	Mengengerüst der durch S 21 verursachten Autofahrten	30
4.3.	THG-Emissionen der durch Stuttgart 21 verursachten Autofahrten	34
4.4.	Gegenrechnung: THG-Emissionen durch zusätzliche Züge	38
4.5.	Treibhausgas-Bilanz der durch S 21 verursachten Autofahrten: Planfall versus Referenzfall	41
4.6.	Baumaßnahmen zur Nutzung der maximalen Kapazität des Kopfbahnhofs im Referenzfall	42
5.	Mögliche Umnutzung der bereits vorgetriebenen Tunneln	45
5.1.	Vorbemerkungen	45
5.2.	Umnutzbare Abschnitte von S 21	46
5.3.	Nutzung für den Zugverkehr	46
5.4.	Nutzung für andere Verkehrsarten	48
5.5.	Nutzung für verkehrsfremde Zwecke	51
5.6.	Schlußfolgerungen	52
6.	Gesamtbetrachtung der Treibhausgasemissionen und Fazit der Untersuchung	53
7.	Kurzfassung	55
	Quellenangaben und Anmerkungen	60
	Anhang	65

# 1. Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Auf der Klimakonferenz Ende 2015 in Paris bekundeten fast alle Staaten der Erde ihren Willen, den von uns Menschen verursachten Treibhauseffekt zu stoppen. Hierfür muss nach Meinung von Fachleuten die Verwendung von fossilen Energieträgern, insbesondere Kohle, Erdöl, Erdgas, schrittweise reduziert und noch im Laufe dieses Jahrhunderts ganz beendet werden. Diese Entwicklung ist schon seit mehreren Jahren im Gange und hat den Ausstoß von Treibhausgasen in den Sektoren Energiewirtschaft, Gebäudeheizungen, Industrie und Landwirtschaft inzwischen spürbar gesenkt. Dagegen verharrt die Emission von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen im gesamten Transportsystem auf hohem Niveau. Durch die staatliche Investitionspolitik in den Aus- und Neubau von Verkehrswegen wird der verkehrsbedingte Treibhauseffekt sogar regelrecht gefördert. Denn der Bau von Straßen und Bahnstrecken und ganz besonders von Tunnels und Brücken ist wegen der Produktion der hierfür benötigten Baumaterialien Beton und Stahl für große Mengen an Treibhausgasen (abgekürzt THG) verantwortlich. Zu den Treibhausgasen werden neben Kohlendioxid vor allem Methan und Stickoxide wie z.B. Lachgas gezählt, die eine 25-fache bzw. sogar 298-fache Treibhauswirkung haben, verglichen mit Kohlendioxid gleicher Masse. Wegen ihres klimawirksamen Effekts werden diese anderen Gase häufig auch als CO<sub>2</sub>-Äquivalente bezeichnet.

Seine Klimarelevanz erhält der Beton durch die treibhausgasintensive Zementherstellung. Beton besitzt als Bindemittel für die Zuschlagstoffe Kies und Sand einen relativ hohen Anteil an Zement. In den Zementfabriken wird aus dem Grundstoff Kalkstein (Calciumcarbonat, CaCO<sub>3</sub>) bei Temperaturen von weit über 1.000°C mit Hilfe von Kohle (in Form von Koks) der Branntkalk (Calciumoxid, CaO) gebildet. Hierbei entweicht Kohlendioxid in so großen Mengen, dass die Zementproduktion nach der Verbrennung von fossilen Energieträgern weltweit als zweitgrößter Treibhausgasemittent gilt und für 6 bis 9 % aller menschengemachten CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich ist. Da die Jahresproduktion von Zement auf der Erde bei rund 2,8 Milliarden Tonnen liegt, erzeugt der Brennvorgang allein durch die Freisetzung des im Kalk gebundenen Kohlenstoffs einen Ausstoß von mindestens zwei Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>.<sup>1</sup> Hinzu kommen weitere Kohlendioxidemissionen durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern, um die hohen Temperaturen in den Zementöfen zu erreichen. Hier entstehen außerdem große Mengen Stickoxide (NO<sub>x</sub>), aber auch andere Schadstoffe wie Schwefeldioxid und Feinstaub werden emittiert.<sup>2</sup>

Als weitere Kohlendioxidquelle kommt die Herstellung von Stahl hinzu, da dieser Stoff als Bewehrungs- und Spannstahl unverzichtbar für Bauwerke aus Beton ist. Denn Betonfahrbahnen, Betondecken von Tunnels und Betontragwerke von Brücken würden ohne Stahl keine ausreichende Stabilität und Tragfähigkeit besitzen. Bei der Stahlproduktion wird in einem ersten Schritt - am gebräuchlichsten ist hierbei der Hochofen - das sauerstoffhaltige Eisenerz (chemische Formeln der häufigsten Eisenerzminerale: Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeCO<sub>3</sub>) mit Hilfe von Kohlenstoff (in Form von Koks) zu Eisen (Roheisen) reduziert, wobei wiederum Kohlendioxid in großen Mengen entsteht. Bis schließlich echter Stahl als Endprodukt vorliegt, muss dem Roheisen in einem zweiten Schritt, den man als "Frischen" bezeichnet, noch weiterer Kohlenstoff entzogen werden, so dass erneut Kohlendioxid anfällt.

Vor diesem Hintergrund ist zu fragen, ob das Projekt Stuttgart 21 (abgekürzt S 21) angesichts seiner zu erwartenden THG-Emissionen durch Bau, Unterhalt und Betrieb der überwiegend aus Tunnels bestehenden Infrastruktur überhaupt noch zu rechtfertigen ist. Bei diesem Tunnelprojekt kommt erschwerend hinzu, dass die Treibhausgasemissionen durch die fahrenden Züge in den Tunnels ebenfalls ansteigen werden. Diese Zunahme des THG-Ausstoßes gegenüber der heutigen Infrastruktur hat vor allem zwei Gründe: Zum einen ist in den Tunnels mit einem stark erhöhten Luftwiderstand gegenüber oberirdischen Strecken zu rechnen; zum anderen wird vor allem die neue Fildertrasse zwischen dem zukünftigen Hauptbahnhof und Wendlingen wegen ihrer großen Steigungs- und Gefälleabschnitte im Vergleich zur vorhandenen, fast vollständig oberirdischen und flachen Eisenbahninfrastruktur einen fahrdynamisch ungünstigeren Verlauf haben, so dass der Energiebedarf der fahrenden Züge ansteigt. Außerdem entsteht mit dem nur 8-gleisigen Tunnelbahnhof in Stuttgart ein gravierender Engpass, während der heutige Kopfbahnhof - bevor er teilweise demontiert wurde - mit seinen ursprünglich 17 Bahnsteiggleisen mehr als die doppelte Kapazität wie der zukünftige unterirdische Bahnhof hatte. Deshalb wird Stuttgart 21 eine teilweise Abwanderung des Personenverkehrs im Großraum Stuttgart von der Schiene auf die Straße bewirken, was den Treibhausgasausstoß wiederum in die Höhe treibt; zumindest kann die aus Umwelt- und Klimaschutzgründen wünschenswerte Verkehrsverlagerung vom PKW auf die Eisenbahn nicht stattfinden.

Aus diesen Überlegungen leitet sich der erste Aufgabenschwerpunkt der vorliegenden Studie ab: Es sind die Treibhausgasemissionen zu ermitteln, die durch das Projekt S 21 direkt und indirekt ausgestoßen werden. Hierbei geht es um zwei THG-Quellen: (1) Bau, Unterhalt und Betrieb der Tunnels, Brücken, Bahnhöfe und Gleise, welche im Rahmen von S 21 entstehen sollen; (2) Zugverkehr auf den neuen Gleisen.

Im zweiten Aufgabenschwerpunkt werden die THG-Emissionen abgeschätzt, welche durch zusätzliche Autofahrten als Folge von S 21 anfallen würden. Denn die im Großraum Stuttgart dringend notwendige Verkehrsverlagerung vom Auto zum Zug - insbesondere im Pendlerverkehr - wird durch S 21 geradezu verhindert und neuer Autoverkehr wird erzeugt, weil der neue unterirdische Hauptbahnhof wesentlich weniger Züge als der heutige Kopfbahnhof bewältigen kann und weil eine tangentielle S-Bahnstrecke über die Filder nach Wendlingen beim Projekt S 21 fehlt und sogar verbaut wird.

Der dritte Aufgabenschwerpunkt befasst sich mit der Frage, inwieweit die bereits vorgetriebenen Tunnels von S 21 sowie die in nächster Zeit voraussichtlich geschaffenen Tunnelabschnitte für andere Zwecke als für Zugfahrten genutzt werden können. Es werden also die möglichen Alternativen zum eigentlich vorgesehenen Zugverkehr auf der S-21-Infrastruktur aufgezeigt. Mit dem letztgenannten Untersuchungsschwerpunkt kann das Argument entkräftet werden, dass angesichts des fortgeschrittenen Bauzustandes von Stuttgart 21 eine Quantifizierung der durch dieses Projekt verursachten THG-Mengen zu spät komme. Denn durch eine alternative Nutzung der bereits geschaffenen Tunnels werden zumindest alle weiteren THG-Emissionen vermieden, die später durch den Zugverkehr in den engen Tunnelröhren verursacht werden.

Nicht untersucht wird der Treibhausgasausstoß durch die Bebauung der heutigen Gleisflächen, welche durch Stuttgart 21 freigeräumt werden sollen, so dass Platz

geschaffen wird für Büro- und Wohngebäude, Tiefgaragen, Straßen und ebenerdige Parkplätze - alles betonintensive Baumaßnahmen. Es ist anzunehmen, dass diese Bauwerke in jedem Fall entstehen - wenn nicht auf dem Areal im Stuttgarter Zentrum, das heute noch von Gleisen bedeckt ist, dann an anderen Stellen in Stuttgart und Umgebung.

## **2. Aufbau, Methode und Datengrundlage der Untersuchung**

### **2.1. Planfall und Referenzfall**

Um den Treibhausgasausstoß zu bestimmen, der durch das Projekt S 21 verursacht wird, sind die beiden theoretisch möglichen Szenarien "Planfall" und "Referenzfall" miteinander zu vergleichen, also ein Szenario mit S 21 und eines ohne dieses Projekt. Somit wird die Differenz der THG-Emissionen zwischen diesen beiden Möglichkeiten betrachtet.

Der Planfall beinhaltet konkret, dass das Projekt S 21 entsprechend den vorliegenden Plänen voll und ganz realisiert wird und der Zugverkehr, wie vorgesehen, ausschließlich auf der neuen Schieneninfrastruktur stattfindet, während alle vorhandenen Gleise und Strecken stillgelegt werden, soweit diese durch S 21 überflüssig werden. Die Gleisflächen des heutigen Kopfbahnhofs inkl. Bahnsteigen und das gesamte Gleisvorfeld mit Bahndämmen und Überwerfungsbauwerken werden beseitigt.

Der Referenzfall ist dadurch gekennzeichnet, dass die im Rahmen von S 21 geplante Infrastruktur, soweit sie überhaupt jemals fertiggestellt wird (Tiefbahnhof Stuttgart Hbf, Tiefbahnhöfe am Flughafen, Tunnelstrecken und oberirdische Abschnitte etc.) nicht in Betrieb genommen wird. Vielmehr werden die heutigen, fast vollständig oberirdisch liegenden Eisenbahnanlagen in Stuttgart nach dem Konzept "Umstieg 21"<sup>3</sup> weiter benutzt. Hierfür sind im Bereich der bereits geschaffenen Baugrube für den geplanten Tunnelbahnhof kleine bauliche Anpassungen erforderlich, insbesondere der Bau von Rampen zur Anbindung des vorgeschlagenen PKW-Parkdecks, des ZOBs und der Fahrradgarage an das Straßennetz. Ebenso sind die Bauarbeiten für eine S-Bahn-Tangentiale Strecke aus dem Raum Böblingen/Sindelfingen über die Filder ins Neckartal entsprechend "Umstieg 21" zu berücksichtigen. Hinzu kommt die Ertüchtigung einiger Zulaufstrecken zum Hauptbahnhof, damit die hohen Zugzahlen der Zukunft überhaupt bewältigt werden können. Näheres zu diesen Baumaßnahmen findet sich im Kapitel 4.6.

## 2.2. Betrachtungszeitraum

Die vorliegende Untersuchung umfasst zwei unterschiedliche Zeiträume:

Was den reinen Bau aller Komponenten von S 21 als Emissionsquelle betrifft, wird die gesamte Bauphase betrachtet, die voraussichtlich im Jahr 2023 abgeschlossen sein wird. Es schließt sich dann noch die Phase an, in welcher die zum heutigen Hauptbahnhof gehörenden Gleisanlagen, Dämme und Überwerfungen abgerissen werden.

Hinsichtlich der anderen relevanten Treibhausgasquellen - nämlich Unterhalt und Betrieb der Bauwerke sowie Zugfahrten auf der neuen Schieneninfrastruktur versus Weiterbetrieb der heutigen Gleisanlagen ohne Bau der Tunnels - wird ein Untersuchungszeitraum gewählt, der sich über 30 Jahre erstreckt. Diese Betrachtungsperiode beginnt im ersten Jahr nach dem voraussichtlichen Fertigstellungstermin des Projekts, also am Anfang 2024, und endet mit Ablauf des Jahres 2053.

Dieser 30-jährige Zeitraum ist deutlich kürzer als die Nutzungsdauer von Eisenbahntunnels, die in der Literatur mit 60 bis 100 Jahren angesetzt wird.<sup>4</sup> Wenn es sich hingegen um Tunnels in der geologischen Formation des quellfähigen Anhydrits handelt, wie dies bei einigen Tunnels im Stuttgarter Untergrund gegeben ist, insbesondere beim Fildertunnel, ist die Haltbarkeit dieser Bauwerke deutlich kürzer. In diesem Fall kann bereits kurz nach Tunnelöffnung eine grundlegende Sanierung erforderlich werden (siehe Kapitel 3.5.). Wegen dieser Unwägbarkeit und weil die technische Entwicklung in den nächsten 60 bis 100 Jahren unbekannt ist, wäre eine Betrachtung von Unterhalt und Betrieb der S-21-Tunnels sowie der Zugfahrten über einen längeren Zeitraum als 30 Jahre mit zu hohen Unsicherheiten verbunden.

## 2.3. Mengengerüste und THG-Emissionsfaktoren bezüglich Bau und Betrieb der Infrastruktur sowie Zugverkehr

Um die durch S 21 (Planfall) entstehenden Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Referenzfall zu bestimmen, werden zum einen Mengengerüste erarbeitet, was die Bauwerke, z.B. Menge an Beton, und den zu erwartenden Verkehr betrifft. Die Daten für die Bauwerks-Mengengerüste im Planfall werden den aktuellen Planfeststellungsunterlagen des Projekts sowie den Unterlagen entnommen, mit denen die DB AG die Bevölkerung und die Medien über S 21 informiert. Bezüglich der Bauwerke des Referenzfalls liefert die Publikation "Umstieg 21" die Basis, die vom Autor selbst in Einzelfällen noch präzisiert wird. Die Verkehrsmenge, also die Zahl der Züge, ist im Planfall und im Referenzfall zunächst gleich, was den ersten Aufgabenschwerpunkt betrifft, aber die befahrenen Strecken unterscheiden sich teilweise stark, so die Abschnitte Stuttgart - Wendlingen (via Fildertunnel versus Plochingen) und Stuttgart - Böblingen (via Fildertunnel versus Panoramastrecke der Gäubahn).

Die zweite Grundlage für die Bestimmung des tatsächlichen Ausmaßes an Treibhausgasen bilden die THG-Emissionsfaktoren. Der jeweilige Emissionsfaktor gibt die Treibhausgasmenge an, welche durch die Produktion einer bestimmten Menge an Material, durch einen bestimmten Arbeitsprozeß beim Tunnelbau, durch Treibstoffe für den Verkehr oder durch die verwendete elektrische Energie ausgestoßen wird. Die Maßeinheit des THG-Emissionsfaktors ist beispielsweise "Tonne Treibhausgas pro Tonne Material", "Tonne Treibhausgas pro Kubikmeter Material", "Gramm Treibhausgas pro kWh" oder andere Einheiten des THG-Gewichts.

Die benötigten Daten bezüglich THG-Emissionsfaktoren werden vor allem den folgenden Studien entnommen:

- Schmied, Martin / Mottschall, Moritz (Öko-Institut e.V.): Treibhausgasemissionen durch die Schieneninfrastruktur und Schienenfahrzeuge in Deutschland (FKZ 363 01 244), in Kooperation mit dem DB Umweltzentrum, Berlin, Dezember 2013
- Mottschall, Moritz / Bergmann, Thomas (Öko-Institut e.V.): Treibhausgasemissionen durch Infrastruktur und Fahrzeuge des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs sowie der Binnenschifffahrt in Deutschland, Auftraggeber: Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Dezember 2013
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2013, Autoren: Michael Memmler et al., CLIMATE CHANGE 29/2014, Dessau-Roßlau, 2014
- Bergmann, Thomas / Bleher, Daniel / Jenseit, Wolfgang (Öko-Institut e.V.): Ressourceneffizienzpotenziale im Tiefbau - Materialaufwendungen und technische Lösung, Redaktion: VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE), Berlin 2015, S.104

Die in diesen Studien genannten Emissionsfaktoren umfassen alle Prozessschritte von der Gewinnung der Rohmaterialien bis zu deren Verarbeitung, wobei auch die Transporte der Rohmaterialien, z.B. vom Steinbruch zum Betonwerk, berücksichtigt sind. Dagegen sind die Transporte vom Werk oder von einem Regionallager bis zum Endkunden nicht enthalten.<sup>5</sup> Hierbei stützt sich die Ermittlung der Treibhausgasemissionen auf die wissenschaftliche Methode der Stoffstromanalyse.<sup>6</sup>

Durch computergestützte Tabellenkalkulation (Excel-Tabellen) werden die Daten der Mengengerüste summiert und mit den jeweiligen Emissionsfaktoren verknüpft. Im Anhang sind die einzelnen Herleitungen und Rechenschritte ausführlich und übersichtlich dargestellt.

## 2.4. Annahmen über den zukünftigen Strommix

Der Tunnelbau benötigt elektrische Energie, und zwar vor allem für die Tunnelbohrmaschine des Fildertunnels, für Abraumförderbänder und für Loren zum Materialtransport innerhalb der unterirdischen Baustellen. Während des genannten Betrachtungszeitraums 2024 bis 2053 fallen weitere Strommengen für die elektrisch betriebenen Personenzüge auf den Strecken von Stuttgart 21 und für die zahlreichen Aufzüge und Rolltreppen in den Tunnelbahnhöfen an. Auch die Zugfahrten des Referenzfalls haben einen hohen Energiebedarf. Die Produktion dieses Stroms führt grundsätzlich zu THG-Emissionen, selbst wenn ausschließlich Sonnenenergie, Wind- oder Wasserkraft verwendet wird. Die Menge des ausgestoßenen Treibhausgases wird durch die Kraftwerkstechnik bzw. die verwendete Primärenergie bestimmt: Diese Energie stammt entweder konventionell aus fossilen Quellen (vor allem Braun- bzw. Steinkohle, Gas, Kernspaltung) oder aus nicht fossilen Quellen (im wesentlichen Sonnenenergie, Windkraft, Wasserkraft und Biomasse). Die in der Literatur und Politik häufig gebrauchte Bezeichnung "Erneuerbare Energie" für die nicht fossilen Energieträger wird im folgenden vermieden, da sie irreführend ist. Denn zumindest die Energiequellen Sonnenenergie, Windkraft und Wasserkraft verschleßen nie und müssen folglich auch niemals durch Menschen erneuert werden.<sup>7</sup> Deshalb werden diese Energiequellen in der vorliegenden Studie ersatzweise als "nicht fossil" oder auch als "alternativ" bezeichnet, da sie die Alternative zu den konventionellen Energieträgern sind. Bei der Verwendung von nicht fossilen Energiequellen entsteht zwar unmittelbar durch die Stromgewinnung kein Treibhausgas, aber bei der Produktion der Kraftwerkskomponenten wie beispielsweise Türme und Fundamente von Windkraftanlagen entweichen durchaus klimarelevante Gase, die zwischen den Typen von nicht fossilen Anlagen stark differieren.<sup>8</sup> Da der von den unterschiedlichen Kraftwerksarten eingespeiste Strom sowohl im öffentlichen Netz als auch im DB-eigenen Bahnstromnetz gemischt wird, spricht man von einem "Strommix".

Nach dem Klimaschutzplan 2050 der deutschen Bundesregierung von Ende 2016 soll die Stromerzeugung des öffentlichen Netzes in Deutschland bis 2050 vollständig auf nicht fossile Energiequellen umgestellt werden, was als technisch machbar eingestuft wird.<sup>9</sup> Auch die Deutsche Bahn AG hat für ihr Stromnetz dieses Ziel ausgegeben.<sup>10</sup> Im Folgenden werden das öffentliche Stromnetz einerseits und das Bahnstromnetz andererseits wegen ihrer derzeit noch unterschiedlich großen Anteile von fossil und nicht fossil erzeugtem Strom kurz betrachtet.

### Öffentliches Stromnetz

Der aktuelle Strommix in Deutschland stammt zu 35,5 % aus nicht fossilen und zu 64,5 % aus fossilen Energieträgern (Stand 2015).<sup>11</sup> Um bis 2050 eine vollständige Umstellung des Stroms auf alternative Energiequellen zu erreichen, muss sich der Anteil dieser Stromart in den 34 Jahren von Anfang 2016 bis Ende 2049 jährlich im Durchschnitt um rund 1,9 % erhöhen. Im Jahr 2024, dem ersten Jahr des Betrachtungszeitraums der vorliegenden Studie, wird unter der Voraussetzung, dass der Klimaschutzplan der deutschen Bundesregierung ohne Verzögerung zur Geltung



kommt, bereits rund 53 % des Stroms aus nicht fossilen Quellen stammen. Zur Halbzeit der Untersuchungsperiode, also Ende 2039, wird 81,5 % des Stroms auf nicht fossiler und nur noch 18,5 % auf fossiler Grundlage erzeugt werden. Im Zeitraum ab 2050 bis 2053 soll dann die gesamte elektrische Energie aus nicht fossilen Quellen stammen.

Auf Basis des derzeitigen Strommixes errechnet sich ein THG-Emissionsfaktor von 20,56 g/kWh für den nicht fossil und von 722,21 g/kWh für den fossil erzeugten Strom (siehe Tab.A.1).<sup>12</sup> Der aktuelle Strommix aus fossilen plus nicht fossilen Energiequellen bedeutet einen gewichteten THG-Emissionsfaktor 473,1 g/kWh (siehe Tab.A.1 im Anhang).

Der durchschnittliche THG-Emissionsfaktor für Strom aus konventionellen Kraftwerken auf der Basis von Braunkohle, Steinkohle und Gas steigt wegen des Wegfalls der emissionsarmen Kernkraftwerke ab 2022 auf 942,16 g/kWh an. Der Rechengang zur Bestimmung der THG-Emissionsfaktoren bei der Stromerzeugung ist im Anhang Teil A dargestellt.

### Bahnstromnetz

Der Strom im DB-eigenen Netz wird im Vergleich zum öffentlichen Stromnetz derzeit zu einem leicht erhöhten Ausmaß alternativ erzeugt, nämlich zu 42 %. Somit hat der deutsche Bahnstrommix zugleich einen geringeren Anteil von fossil erzeugtem Strom (nur 58 %). Daraus errechnet sich ein THG-Emissionsfaktor des Bahnstroms (Stand 2015) von 427,5 g/kWh (siehe Tab.A.1 im Anhang).

Bis 2020 will die DB AG den Anteil des nicht fossil erzeugten Stroms auf 45 % erhöhen. Um das Ziel zu erreichen, dass ab 2050 gar kein Bahnstrom mehr konventionell erzeugt wird, muss der Anteil des alternativ produzierten Stroms von Anfang 2021 bis Ende 2049 jährlich um rund 1,9 % ansteigen. Ende 2039, also nach der Hälfte des Betrachtungszeitraums der vorliegenden Studie, liegt somit der Anteil der alternativen Energiequellen bei rund 81 %, während die Stromerzeugung durch fossile Energieträger 19% umfasst. In den letzten 4 Jahren des Betrachtungszeitraums stammt der Bahnstrom dann ausschließlich aus alternativen Quellen.

Somit werden die Unterschiede im Strommix zwischen dem öffentlichen und dem DB-eigenen Stromnetz im Laufe des Betrachtungszeitraums 2024 bis 2053 immer geringer und verschwinden schließlich ganz. Deshalb werden für beide Stromnetze der Einfachheit halber dieselben Emissionsfaktoren bezüglich der Treibhausgase verwendet.

### **3. Treibhausgasemissionen im Planfall versus Referenzfall**

#### **3.1. Vorbemerkungen**

Bezüglich des Projekts S 21 ist als Quelle für Treibhausgase zum einen die Bauphase selbst relevant: die Produktion des Baumaterials (vor allem Beton und Bewehrungsstahl) sowie der Streckenausrüstung (insbesondere Eisenbahnschienen und Feste Fahrbahn), Grabungsarbeiten und Abtransport des Tunnelaushubs zu Deponien, Anlieferung von Baumaterial und schließlich Abbruch der vorhandenen Anlagen des Kopfbahnhofs und Transporte des Abbruchmaterials zu Deponien. Zum anderen fallen während des 30-jährigen Betrachtungszeitraums THG-Emissionen durch Unterhalt und Betrieb der Bauwerke sowie durch den Zugverkehr auf der neuen Infrastruktur an. Diesem Treibhausgasausstoß sind die Emissionen gegenzurechnen, welche beim Weiterbetrieb der heutigen Infrastruktur im Referenzfall freigesetzt werden, wobei auch die relativ kleinen Baumaßnahmen zu berücksichtigen sind, die allein im Referenzfall, aber nicht im Planfall erforderlich sind. Es findet also eine Betrachtung der Differenz Planfall minus Referenzfall statt. Das bedeutet konkret, dass die Maßnahmen und Bauwerke, die sowohl im Planfall als auch im Referenzfall identisch sind, nicht untersucht werden. So kommt beispielsweise die Rohrer Kurve sowohl im Planfall als auch im Referenzfall vor, so dass sie bei dieser Differenzbetrachtung ausgeklammert bleibt. Dasselbe gilt für die beiden Talbrücken über das Denkendorfer Tal und das Sulzbachtal. Die im Planfall vorgesehene neue Neckarbrücke bei Bad Cannstatt bleibt ebenfalls außer Betracht, da im Referenzfall für die beiden zusätzlichen S-Bahn-Gleise, wie sie im Konzept "Umstieg 21" enthalten sind, ebenfalls eine neue Brücke über den Neckar zu bauen ist. Diese neue Neckarbrücke wird zwar nur 2-gleisig sein, während die im Rahmen von S 21 vorgesehene Brücke 4 Gleise haben soll. Aber der Unterschied an THG-Emissionen dürfte zwischen diesen beiden Brückenvarianten angesichts der minimalen Länge von jeweils gut 300 Metern marginal sein. Was kleine, punktuelle Eisenbahn- und Straßenbrücken betrifft, die nur über einzelne Straßen, Wege, Bäche oder Bahnstrecken hinwegführen, so werden auch diese Bauwerke nicht berücksichtigt: Im Planfall (PFA 1.4) sind insgesamt 18 derartige Brücken vorgesehen, die nicht Teil des Referenzfalls sind, im Referenzfall ist hingegen mit 14 kleinen Brücken zu rechnen, die im Planfall nicht vorkommen, da sie den Bau der S-Bahn-Verlängerung von Filderstadt bis Wendlingen betreffen. Wegen des in diesem Fall notwendigen Ausbaus der vorhandenen Bahnstrecke von Plochingen bis nördlich Wendlingen sind im Referenzfall außerdem einige vorhandene kurze Eisenbahnbrücken über Wege und Bäche für zwei zusätzliche Gleise zu verbreitern bzw. mit einer parallelen neuen Brücke zu versehen. So gesehen, dürfte die Zahl von neu zu bauenden punktuellen Brücken im Planfall wie im Referenzfall in etwa gleich sein.

### 3.2. THG-Emissionen durch Produktion des Baumaterials für S 21 inkl. Streckenausrüstung

Die nachstehende Tabelle (Tab.1) gibt einen Überblick über die Treibhausgas-Emissionsfaktoren der wichtigsten Materialarten, die für die Bauwerke im Planfall und im Referenzfall bedeutsam sind.

Tab.1: Treibhausgas-Emissionsfaktoren für die Produktion von Material

Material	THG-Emissionen (t/t)
Beton (2,4 t/m <sup>3</sup> )	0,1349
Bewehrungsstahl	1,4440
Stahlbeton für Tunnels	0,2265
Stahlbeton für Brücken	0,2658
Stahlbeton für Tübbinge	0,2344
Stahlbeton für Feste Fahrbahn und Betonschwellen	0,1676
Stahl für Schienen	2,0400

Es wird angenommen, dass sich die Masse des Stahlbetons für Tunnels zu 93 % aus Beton und zu 7 % aus der Stahlbewehrung zusammensetzt. Der THG-Emissionsfaktor (CO<sub>2</sub>-äquivalenter THG-Ausstoß) ist mit 323,841 kg pro Kubikmeter Beton anzusetzen.<sup>13</sup> Dies ergibt bei einer Betondichte von 2,4 t/m<sup>3</sup> einen Emissionsfaktor von 0,1349 t pro Tonne Beton. Der Emissionsfaktor für Bewehrungsstahl ist hingegen mehr als 10-mal so hoch und beträgt 1,444 t pro Tonne Stahl.<sup>14</sup> Somit errechnet sich für den THG-Ausstoß durch die Herstellung des Stahlbetons der Tunnels ein Emissionsfaktor von 0,2265 t pro Tonne Material.

Der Stahlbeton für Brücken setzt sich zu 90 % aus Beton und zu 10 % aus Stahl zusammen. Dieser höhere Stahlanteil führt zu einem leicht erhöhten THG-Emissionsfaktor von 0,2658 t pro Tonne Material.

Das Material der Tübbinge, die im Fildertunnel auf den mit der Tunnelbohrmaschine vorgetriebenen Teilstücken verwendet werden, setzt sich zu 92,4 % aus Beton und zu 7,6 % aus Bewehrungsstahl zusammen.

Der Betonanteil für die Feste Fahrbahn beträgt 97,5 %, die Stahlbewehrung hat einen Anteil von lediglich rund 2,5 %.<sup>15</sup> Dieselben Anteile werden für die Materialzusammensetzung der Betonschwellen zugrunde gelegt.<sup>16</sup> Der relativ niedrige Stahlanteil führt bei der Festen Fahrbahn und bei Betonschwellen zu einem Faktor von 0,1676 t an THG-Emissionen pro Tonne Material.

Beim Stahl für Schienen handelt es sich um höherwertigeren Stahl, verglichen mit dem Bewehrungsstahl in Betonbauwerken und -bauteilen. Der THG-Emissionsfaktor ist mit 2,04 t pro Tonne Stahlschiene anzusetzen.<sup>17</sup>

Der THG-Ausstoß durch die Herstellung von Oberleitungen (Kupfer und Bronze) ist vernachlässigbar, da die Fahrdrabtmasse inkl. Aufhängung pro Gleiskilometer lediglich zwischen 1,4 t (für herkömmliche Geschwindigkeiten) und 2,3 t (für Hochgeschwindigkeitsverkehr) liegt.<sup>18</sup> Dagegen haben die Schienen (Typ UIC 60) eine Masse von 120 Tonnen pro Gleiskilometer, also um mehr als Faktor 50 höher als die Fahrdrabtmasse, so dass die Produktion der Schienen durchaus relevant ist, was die THG-Emissionen betrifft. Ähnliches gilt für die Kabel der Signal- und Sicherungstechnik, die ebenfalls unberücksichtigt bleiben, da ihre Gesamtmasse in einer ähnlichen Größenordnung wie die Masse der Oberleitungen liegen dürfte.

Die genannten Faktoren für die THG-Emissionen werden nun mit den Materialmengen multipliziert, wie sie im Anhang Teil B für Bauwerke und Bahnbahnen hergeleitet werden. Hierbei werden die Summen der Materialien aus den Tab.B.3 bis B.5 des Anhangs entnommen. In der nachstehenden Übersicht (siehe Tab.2) sind die durch das Baumaterial im Planfall und im Referenzfall freigesetzte THG-Mengen aufgeführt.

Tab.2: THG-Emissionen durch Produktion des Baumaterials inkl. Fahrbahnen

Material	THG-Emiss.-faktor (t/t)	Material-masse (t)	THG-emissionen (t)
<b>(1) Planfall</b>			
Beton mit Stahlbewehrung	0,227	6.252.974	1.419.425
Tübbinge	0,2344	650.000	152.360
Spritzbeton etc.	0,1349	307.997	41.549
Schienen	2,04	14.051	28.664
Betonschwellen und Feste Fahrbahn***	0,1676	294.149	49.299
Baustraßen***	0,1676	45.756	7.669
<b>Summe Planfall</b>			<b>1.698.966</b>
<b>(2) Referenzfall</b>			
Beton mit Stahlbewehrung			
- für Tunnels	0,227	498.529	113.166
- für Brücken etc.	0,2658	33.000	8.771
Schienen	2,04	7.428	15.153
Betonschwellen	0,1676	28.889	4.842
<b>Summe Referenzfall</b>			<b>141.932</b>
<b>Differenz Planfall - Referenzfall</b>			<b>1.557.034</b>

\* THG-Emissionsfaktor Beton:  $0,324 \text{ t/m}^3$ , Dichte des Betons:  $2,4 \text{ t/m}^3$ ; zusätzlich 170 kg Bewehrungsstahl pro Kubikmeter Beton (= 7 %); THG-Emissionsfaktor Stahl: 1,444 t/t; THG-Emissionsfaktor Stahlbeton: 0,227 t/t

\*\* Volumen der Tübbinge:  $250.356 \text{ m}^3$ , Dichte inkl. Bewehrungsstahl:  $2,596 \text{ t/m}^3$ ; Betonanteil: 92,4 %, Stahlanteil: 7,6 %; Tübbingmasse: 650.000 t, THG-Emissionsfaktor: 0,2344 t/t

\*\*\* Betonanteil: 97,5 %, Anteil der Stahlbewehrung: 2,5 %, Masse Betonschwellen: 466,7 t pro Gleis-km, Masse Feste Fahrbahn: 2.783 t pro Gleis-km, THG-Emissionsfaktor: 0,1676 t/t

+ Temporäre Stahlbrücken für Baustraßen sind nicht berücksichtigt, da diese Brücken an anderen Stellen wiederverwendbar sind.

Bestimmung des gewichteten THG-Emissionsfaktors für Betonschwellen und Feste Fahrbahn:  
 (Betonanteil x THG-Emiss.-faktor Beton + Stahlanteil x THG-Emiss.-faktor Stahl) x Masse

Quellen:

(1) Schmied, Martin / Mottschall, Moritz (Öko-Institut e.V.): Treibhausgasemissionen durch die Schieneninfrastruktur und Schienenfahrzeuge in Deutschland (FKZ 363 01 244), in Kooperation mit dem DB Umweltzentrum, Berlin, Dezember 2013, Tabelle 3, S.19, Tabelle 12, S.29, Tabelle 16, S.34;

(2) eigene Berechnung nach: Durchdenwald, Thomas: Stuttgart 21 - Fildertunnel: Betonteile kommen aus Bayern, in: Stuttgarter Zeitung, 12.8.2013

Aus der obigen Tabelle wird deutlich, dass allein das für den Bau von S 21 verwendete Material für einen THG-Ausstoß von rund 1,7 Millionen Tonnen verantwortlich ist. Dagegen fällt bei der Herstellung des Baumaterials für die Infrastruktur des Referenzfalls mit rund 140.000 Tonnen weit weniger als ein Zehntel an Treibhausgas an. Somit ließen sich durch den Verzicht auf S 21 und stattdessen durch die Realisierung der Baumaßnahmen von "Umstieg 21" fast 1,6 Millionen Tonnen an THG einsparen. Dieser Einspareffekt ist vor allem darauf zurückzuführen, dass im Referenzfall die materialaufwendigen und somit THG-intensiven Tunnels nur rund ein Zehntel so lang sind wie alle Tunnels des Projekts S 21 (Eisenbahn- plus Stadtbahntunnels) zusammen und dass keine unterirdischen Bahnhöfe zu bauen sind. So hat das Material der S-21-Infrastruktur ein Volumen von knapp 3 Millionen Kubikmeter und eine Masse von über 7 Millionen Tonnen (siehe Tab.B.3 im Anhang), während die gesamte Materialmasse im Referenzfall nur gut 500.000 Tonnen beträgt (siehe Tab.B.4 im Anhang).

Doch der genannte Einspareffekt an Treibhausgasemissionen ist nicht mehr in voller Höhe zu erreichen, denn zum jetzigen Zeitpunkt ist gut die Hälfte aller Tunnelstrecken (rund 55 %) schon ausgebrochen.<sup>19</sup> Umgekehrt betrachtet, wurde bei rund 45 % der Tunnellänge mit den Arbeiten noch gar nicht begonnen. Bei einem sofortigen Ausstieg aus S 21 würden somit rund 800.000 Tonnen THG-Ausstoß durch Baumaterialherstellung vermieden. Hinzu kämen weitere Emissionseinsparungen, da keine Bau- und Transportarbeiten mehr durchgeführt würden und gar kein Zugverkehr in den S-21-Tunnels stattfinden würde. Auf diese Themen wird in den folgenden Abschnitten (Kapitel 3.3. bis 3.6) eingegangen.

### 3.3. THG-Emissionen durch Grabungs-, Ausbruchs- und Abbrucharbeiten für S 21

Nach den materialbedingten THG-Emissionen sind nun die Emissionen zu betrachten, die durch den Vortrieb der Tunnels, die Aushebung von Baugruben und den Abbruch von vorhandenen, aber durch S 21 obsoleten Anlagen entstehen.

Die Tunnels des Referenzfalls sind, verglichen mit dem Planfall, um rund Faktor 10 kürzer und das Ausbruchsvolumen ist mit weniger als 500.000 Kubikmeter (siehe Tab.B.4 im Anhang) um fast Faktor 20 geringer als im Planfall. Deshalb wird darauf verzichtet, die marginalen THG-Emissionen durch Grabungsarbeiten im Referenzfall zu ermitteln.

Die nachstehende Tabelle (siehe Tab.3) zeigt, dass die im Rahmen von S 21 durchzuführenden Grabungs-, Ausbruchs- und Abbrucharbeiten zum Herstellen der Tunnels und Baugruben und zum Abtragen von alten Dämmen und Überwerfungen eine Treibhausgasmenge von rund 8.000 Tonnen freisetzen.

Tab.3: THG-Emissionen durch die Grabungs-, Ausbruchs- und Abbrucharbeiten (Tunnel, Baugruben, Abbau von alten Dämmen)

Art der Arbeit	Materialvolumen (m <sup>3</sup> )	THG-Emiss.-faktor (kg/m <sup>3</sup> )	THG-Emissionen (t)
Vortrieb mit TBM	1.409.588	3,6	5.075
konventioneller Vortrieb,	6.964.593	0,38	2.647
Ausheben von Baugruben			
Abbau von alten Dämmen	960.000	0,38	365
<b>Summe</b>	<b>9.334.181</b>	<b>---</b>	<b>8.087</b>

TBM Tunnelbohrmaschine; THG-Faktor Strom heute: 473,1 g/kWh

Quellen:

(1) eigene Berechnung nach Siebold, Heinz: Stuttgart 21 - Der Filderbohrer wartet schon auf den Einsatz, in: Stuttgarter Zeitung, 1.3.2013;

(2) Schmied, Martin / Mottschall, Moritz (Öko-Institut e.V.): Treibhausgasemissionen durch die Schieneninfrastruktur und Schienenfahrzeuge in Deutschland (FKZ 363 01 244), in Kooperation mit dem DB Umweltzentrum, Berlin, Dezember 2013, Tabelle 6, S.21

### 3.4. THG-Emissionen der Transporte von Baumaterial und Aushub durch Stuttgart 21

Das Mengengerüst der Transporte von Baumaterial und Aushub ist im Anhang in Tab.B.7 bis Tab.B.10 im Detail dargestellt. Bei allen Transporten sind im Folgenden auch Leerfahrten berücksichtigt, die bezüglich der gesamten Transportleistung (in tkm = Tonnenkilometer) zu einem Zuschlag von 30 % für die Fahrten ohne Ladung auf dem Rückweg führen. Nicht berücksichtigt ist das Einbringen der Stahlschienen und der Festen Fahrbahnen bzw. Betonschwellen in die Tunnels, da diese Massen, gemessen an den Mengen von Baumaterial und Aushub, sehr gering sind.

Tab.4: THG-Emissionen durch Transporte von Baumaterial und Aushub auf oberirdischen Strecken und innerhalb der Tunnels im Planfall

Transportart	THG-Emissionsfaktor (g/tkm)	Transportleistung (tkm)*	THG-Emissionen (t)
<u>oberirdische Transporte:</u>			
Anlieferung Tübinge für Fildertunnel			
- Zug bis Plochingen**	8,1225	219.700.000	1.785
- LKW bis Tunnelportale***	78,6	21.125.000	1.660
Transport von Aushub			
- per LKW (25 t Ladung) zur Verladestation am Nordbahnhof	78,6	26.818.801	2.108
- per Güterzug zu Deponien	8,1225	3.480.550.216	28.271
- per LKW zu Deponien	78,6	573.590.940	45.084
<u>unterirdische Transporte:</u>			
Baumaterial per Loren im Tunnel****	8,1225	11.380.522	92
Aushub per Loren im Tunnel****	8,1225	33.393.836	271
Summe Güterzug			30.056
Summe LKW			48.852
Summe Loren			363
Summe THG-Emissionen gesamt			79.271

\* inkl. 30 % für Leerfahrten auf dem Rückweg

\*\* Transportstrecke 260 km: ab Werk Sengenthal der Fa. Max Bögl

\*\*\* Transportstrecke ab Plochingen 25 km; zuläss. Gesamtgewicht: 40 t, Ladung: 25 t

\*\*\*\* elektrisch angetrieben, deshalb derselbe THG-Emissionsfaktor wie elektrischer Güterzug

Die im Rahmen von S 21 anfallenden Baumaterial- und Aushubtransporte innerhalb und außerhalb der Tunnels führen zu einem THG-Ausstoß von rund 80.000 Tonnen,

wie die obige Tab.4 zeigt. Dies ist immerhin die 10-fache Treibhausgasmenge, verglichen mit den reinen Grabungs-, Ausbruchs- und Abbrucharbeiten. Bezüglich des Referenzfalls wird hingegen angenommen, dass der um Faktor 20 geringere Aushub aus den (wenigen) Tunnels wie auch der Massenüberschuß aus Einschnitten der freien Strecke für Straßen- und Bahndämme und für Lärmschutzwälle verwendet wird. Diese Dämme und Wälle werden in in relativ geringen Entfernungen zu den Orten der Materialgewinnung angelegt, so dass die hierfür erforderlichen Transporte bezüglich ihrer Treibhausgasemissionen vernachlässigbar sind.

Allerdings kann die Zahl der bei den Transporten im Rahmen von Stuttgart 21 anfallenden LKW-Fahrten auf dem Straßennetz in Stuttgart nicht vernachlässigt werden. So bedeutet allein die Anlieferung der Tübinge für den Fildertunnel (Gesamtmasse 650.000 t), wenn man pro LKW eine Ladung von 25 t annimmt, 26.000 einfache Fahrten per LKW und für den Hin- und Rückweg über 50.000 Fahrten. Diese LKW-Fahrten sind zweifellos eine Belastung für Anwohner und andere Verkehrsteilnehmer und für die Natur durch die hierbei anfallenden Abgase, insbesondere Feinstaub, sowie durch den Lärm der LKWs und erhöhen die Gefahr von (schweren) Verkehrsunfällen.

Eine ähnlich genaue Berechnung bezüglich der Zahl der LKW-Fahrten und des daraus resultierenden THG-Ausstoßes wie bei den Tübingtransporten ist hingegen bezüglich des vor Ort angefertigten Stahlbetons (Zement, Zuschlagstoffe, Stahlbewehrung) sowie des Verschalungsmaterials der bergmännischen Tunnels nicht möglich. Denn über die Herkunftsorte dieses Materials, ihrer Transportwege und der verwendeten Transportmittel (Güterwaggon, LKW oder Binnenschiff) liegen keinerlei Informationen vor. Hilfsweise wird jedoch eine Grobschätzung vorgenommen, die sich am Verhältnis der Tunnellängen des Vortriebs mittels Tunnelbohrmaschine versus konventionell orientiert: Diese Verhältnis beträgt gerundet 1 : 2,5.<sup>20</sup> Daraus errechnet sich eine Zahl von zusätzlichen 125.000 LKW-Fahrten auf dem Hin- und Rückweg, also mehr als das Doppelte der genannten LKW-Fahrten für die Tübinglieferung. Durch diese straßengebundenen Transporte erhöhen sich die Belastungen für die Bevölkerung und die Natur in Stuttgart stark.

Noch gravierender dürften die Umweltauswirkungen der LKW-Fahrten in Stuttgart durch den Aushubtransport sein, denn der Ausbruch bzw. Aushub aus Tunnels und Baugruben von S 21 kommt zusammen mit dem Abbruchmaterial der alten Bahndämme auf über 21 Millionen Tonnen (siehe Tab.B.6), also eine wesentlich größere Masse als das gesamte Baumaterial, das sich auf über 7 Millionen Tonnen Masse summiert (siehe Tab.B.3). Am stärksten betroffen ist hierbei die Stuttgarter Innenstadt, da von der Baustelle am Hauptbahnhof zur Umladestation am Nordbahnhof fast 12 Millionen Tonnen Aushubmasse auf Baustraßen per LKW transportiert wird (siehe Tab.B.9), was bei einer Ladung von 25 t pro LKW zu rund 460.000 LKW-Fahrten pro Richtung führt, also auf dem Hin- und Rückweg zusammen mehr als 900.000 Fahrten bedeutet.

Schließlich fallen auch die LKW-Fahrten ins Gewicht, die zum Transport des Aushubs auf Deponien in Baden-Württemberg dienen. Hierbei handelt es sich um rund 350.000 einfache LKW-Fahrten und um über 700.000 Hin- und Rückfahrten.



Diese Fahrten beginnen bzw. enden fast alle im Stuttgarter Stadtgebiet - mit Ausnahme der S-21-Baustellen auf den Fildern. Hinzu kommen noch die Aushubtransporte per Güterzug zu Deponien, die teilweise ungefähr 500 km entfernt liegen: Rund 12.000 Güterzüge bringen das Aushubmaterial zu diesen Endlagerstätten, so dass sich zusammen mit den Rückfahrten ohne Ladung rund 24.000 Güterzugfahrten ergeben.

Wegen der sehr beengten Raumverhältnisse in den überwiegend für nur ein Gleis vorgesehenen Tunnelröhren ist davon auszugehen, dass für die Aushub- und Materialtransporte innerhalb der Tunnels in der Regel elektrisch betriebene Loren auf temporär verlegten Schmalspurgleisen eingesetzt werden, während reguläre Baustellen-LKWs in den Tunnels weder wenden noch sich im Gegenverkehr begegnen könnten. In einer Sensitivitätsbetrachtung soll alternativ angenommen werden, dass relativ kleine, für die engen Tunnelröhren noch geeignete LKWs mit einer Ladekapazität von lediglich 12 Tonnen verwendet werden. Der THG-Emissionsfaktor dieser Tunnel-LKWs beträgt  $202,7 \text{ g/tkm}^{21}$ , was angesichts der Transportleistungen innerhalb der Tunnels für Baumaterial (11.380.522 tkm) und für Aushub (33.393.836 tkm) einen THG-Ausstoß von rund 9.000 Tonnen statt nur 363 Tonnen wie beim Transport mittels Loren (siehe Tab.4) ergeben würde. Die ebenfalls zum Aushub-Abtransport in Frage kommenden Förderbänder, wie sie an den bahnhofsseitigen Tunnelportalen des Fildertunnels und des Obertürkheim-Tunnels und möglicherweise auch noch in anderen Tunnels Verwendung finden, werden wegen ihres elektrischen Antriebs bezüglich des Treibhausgas-Emissionsfaktors den elektrisch angetriebenen Loren gleichgesetzt.

### **3.5. THG-Emissionen durch Unterhalt und Betrieb der Bauwerke von S 21**

#### Unterhalt der Infrastruktur im Planfall und Referenzfall

Aufgrund der negativen Erfahrungen im Engelbergtunnel der A 81 bei Leonberg - dieser Autobahntunnel verläuft abschnittsweise durch die geologische Problemzone des quellfähigen Anhydrits (auch Gipskeuper genannt) - ist auch im Fildertunnel und im Feuerbachtunnel mit häufigen und gravierenden Sanierungsarbeiten bis hin zum völligen Neubau von Tunnelteilen zu rechnen. Da jedoch die Tunnelbauwerke von S 21 erst im Entstehen sind, ist derzeit keine belastbare Aussage zum Unterhalt der im quellfähigen Anhydrit verlaufenden Tunnelabschnitte möglich. Nach den bisherigen Erfahrungen mit Tunnels bzw. Tunnelabschnitten in diese problematischen geologischen Gesteinsschicht kann die Quellung des Untergrunds und somit die Verformung des Tunnels im ungünstigsten Fall über 150 Jahre andauern, wie dies beim Weinsberger Eisenbahntunnel (erbaut 1860) zu beobachten ist.<sup>22</sup> Im Chienbergtunnel, ein 2,3 km langer Straßentunnel in der Schweiz, hat sich die Tunnelsohle aufgrund des vorhandenen quellfähigen Gipskeupers im Lauf von nur 6 Jahren um 76 cm angehoben. Umfangreiche und kostspielige Sanierungen sind die Folge; die Baukosten dieses Tunnels haben sich fast verdoppelt; alle 6 Jahre ist mit weiteren Stabilisierungsmaßnahmen im Tunnel zu rechnen.<sup>23</sup> Bei einer sehr optimistischen Betrachtung - zugun-

sten des Projekts Stuttgart 21 - wird deshalb auf eine Behandlung der Sanierung oder gar des Neubaus von Tunnelabschnitten in geologischen Gefahrenzonen im Stuttgarter Untergrund verzichtet. Doch durch diese konservative Betrachtung werden die THG-Emissionen des Projekts Stuttgart 21 mit größter Wahrscheinlichkeit unterschätzt.

Bezüglich des Unterhalts der Infrastruktur von S 21 sind hingegen die Eisenbahnschienen relevant, was auch für den Referenzfall gilt. Denn die Nutzungsdauer von Eisenbahnschienen wird in der Literatur mit 30 Jahren angegeben.<sup>24</sup> Daraus folgt, dass innerhalb von 30 Jahren nach Eröffnung der S-21-Strecken und somit auch im 30-jährigen Betrachtungszeitraum ein einmaliger Austausch der inzwischen abgenutzten Schienen stattzufinden hat. Für die Herstellung der neuen Schienen ist ein THG-Ausstoß von 28.664 t (Planfall) anzusetzen, im Referenzfall ist hierfür mit 15.153 t Treibhausgas zu rechnen (siehe Tab.2), so dass sich in der Differenzbetrachtung rund 13.511 t an THG-Emissionen zu Lasten von S 21 ergeben.

Dagegen rechnet man bezüglich der Festen Fahrbahn der Eisenbahn generell mit einer Haltbarkeit von 60 Jahren,<sup>25</sup> so dass innerhalb des mit 30 Jahren konservativ angesetzten Betrachtungszeitraums keine Erneuerung dieser Fahrwegkomponente zu berücksichtigen ist.

Alle weiteren Emissionsquellen durch den Unterhalt sind in diesem Zusammenhang von noch geringerer Bedeutung. Diese Aussage gilt auch für die Tunnels, deren Nutzungsdauer mit 60 bzw. sogar mit 100 Jahren angesetzt werden kann,<sup>26</sup> so dass in der gewählten Betrachtungsperiode von lediglich 30 Jahren keine Tunnelerneuerung anfallen wird, sieht man von den oben genannten Abschnitten im quellfähigen Anhydrit ab.

Ein vollkommen anderes Ergebnis würde sich allerdings zeigen, wenn man den Betrachtungszeitraum auf 60 Jahre oder gar auf 100 Jahre ausdehnen würde und somit auch eine einmalige Erneuerung der Tunnelbauwerke inkl. der Festen Fahrbahn fällig würde. Dadurch käme zu den bereits genannten THG-Emissionen des Schienenunterhalts, die entsprechend der längeren Zeitdauer zu verdoppeln wären, noch der Treibhausgasausstoß für die Kompletterneuerung der Tunnels hinzu. In diesem Fall wären die beim Bauwerksunterhalt freigesetzten Treibhausgasmengen in etwa so hoch wie beim ursprünglichen Bau und würden somit bei rund 1,6 Millionen Tonnen zusätzlich zu den während des Tunnelbaus anfallenden Emissionen liegen (siehe Tab.2), was also ungefähr eine Verdopplung der baubedingten THG-Emissionen darstellt.

### Betrieb der neuen Bahnhöfe im Planfall

Bezüglich der THG-Emissionen durch den Betrieb der Infrastruktur sind nur die neuen Bahnhöfe relevant, die im Rahmen des Projekts Stuttgart 21 unterirdisch gebaut werden sollen. Konkret handelt es sich hierbei um den Betrieb von Rolltreppen und Aufzügen, während z.B. die Beleuchtung aufgrund der innovativen, energiesparsamen LED-Technik nicht ins Gewicht fällt. Bei Rolltreppen und Aufzügen spielt die Tatsache eine wichtige Rolle, dass Hubarbeit geleistet werden muss, die relativ energiein-

tensiv ist: Personen und ihr Gepäck werden in die Höhe gehoben, die Eigenmasse dieser Anlagen wird bewegt - in der Hälfte der Vorgänge ebenfalls nach oben; das Absinken von Aufzugskabinen und die Abwärtsbewegung von Rolltreppen erfordert hingegen Bremsenergie. Neue unterirdische Bahnhöfe wird es im Referenzfall hingegen nicht geben. Deshalb wird im Folgenden lediglich der Planfall betrachtet, wobei es sich um eher grobe Schätzwerte für den Strombedarf der in den Stuttgart-21-Bahnhöfen Hauptbahnhof, Flughafenbahnhof NBS und Flughafenbahnhof Gäubahn vorgesehenen Rolltreppen und Aufzüge handelt. Die nachstehende Tabellen (siehe Tab.5 und Tab.6) zeigen den Strombedarf und, daraus resultierend, den in den Kraftwerken anfallenden Ausstoß an Treibhausgasen.

Tab.5: Strombedarf für den Betrieb der neuen Bahnhöfe des Projekts S 21 von 2024 bis 2053

Bahnhof, Anlage	Anzahl Anlagen	Strombedarf pro Tag (kWh)
<b>Hauptbahnhof</b>		
- Rolltreppen*	47	2.350 kWh
- Aufzüge**	16	160 kWh
<b>Flughafenbf NBS</b>		
- Aufzüge***	16	320 kWh
<b>Flughafenbf Gäubahn</b>		
- Rolltreppen	4	200 kWh
- Aufzüge	2	20 kWh
<b>Summe</b>		<b>3.050 kWh = 3,05 MWh</b>
<b>Strombedarf</b>		
- pro Jahr		1.113,25 MWh
- 2024 bis 2049		26.718,00 MWh
- 2050 bis 2053		6.680,00 MWh

\* Strombedarf pro Rolltreppe: 50 kWh/Tag

\*\* Strombedarf pro Aufzug: 10 kWh/Tag

\*\*\* Strombedarf pro Aufzug: 20 kWh/Tag (wegen großer Hubhöhe von rund 26 m)

Tab.6: THG-Emissionen durch den Betrieb der neuen Bahnhöfe von Stuttgart 21 von 2024 bis 2053

	Anzahl Jahre	Strombedarf (MWh)	THG-Emiss.-faktor (t/MWh)	THG-Emissionen (t)
- 2024 bis 2049:	24	26.718	0,1911	5.106
- 2050 bis 2053:	6	6.680	0,0206	138
<b>Summe</b>		<b>33.398</b>		<b>5.244</b>

\* Strombedarf pro Rolltreppe: 50 kWh/Tag

\*\* Strombedarf pro Aufzug: 10 kWh/Tag

\*\*\* Strombedarf pro Aufzug: 20 kWh/Tag (wegen großer Hubhöhe von rund 26 m)

Innerhalb des Betrachtungszeitraums von 30 Jahren benötigen die Rolltreppen und Aufzüge der neuen Bahnhöfe von S 21 eine Strommenge von rund 33.000 MWh, die bei ihrer Erzeugung rund 5.000 Tonnen an Treibhausgas freisetzt.

Fasst man Unterhalt und Betrieb der Bauwerke zusammen, so summieren sich die THG-Emissionen durch den Unterhalt - im Wesentlichen die Erneuerung der Gleise mit 13.511 t - und durch den Betrieb (Rolltreppen und Aufzüge) mit weiteren 5.244 t auf einen Gesamtausstoß von 18.755 t, also knapp 20.000 t.

### 3.6. THG-Emissionen durch den Zugverkehr

Da zum Thema "THG-Emissionen durch den Zugverkehr" wieder eine Betrachtung der Differenz zwischen Planfall und Referenzfall stattfindet, wird nur der Zugverkehr auf solchen Strecken berücksichtigt, die sich zwischen den beiden Untersuchungsfällen nennenswert unterscheiden, was ihren Energiebedarf betrifft. Dieser ist u.a. abhängig von der Streckenlänge, dem Streckenprofil (Fahrndynamik) sowie dem Anteil und der Art der Tunnels. Zum Einfluß der Tunnels auf den Energiebedarf ist zu sagen, dass der Luftwiderstand in 1-gleisigen Tunnels ungefähr doppelt so hoch wie auf oberirdischen Strecken und in 2-gleisigen Tunnelstrecken immerhin noch um 50 % höher ist. Da der Luftwiderstand zugleich mit dem Quadrat der Geschwindigkeit zunimmt, bestimmt er den Energiebedarf umso stärker, je schneller der Zug fährt. Daraus folgt generell, dass der Energiebedarf mit wachsendem Tunnelanteil ansteigt. Wegen des stark asymmetrischen Streckenprofils der S-21-Abschnitte Stuttgart - Flughafen - Wendlingen und Stuttgart - Flughafen - Böblingen werden bei allen Strecken sowohl die Hinfahrt als auch die Rückfahrt betrachtet. Bei den untersuchten Zügen handelt es sich um den ICE der 3. Generation, der die Neubaustrecke Stuttgart - Ulm befahren wird, um den neuen IC mit Doppelstockwaggons für die Gäubahn Stuttgart Horb - Singen sowie um einen Regionalzug mit 5 Doppelstockwaggons, der modellhaft für alle Untersuchungsabschnitte zugrunde gelegt wird.

Folgende Streckenabschnitte werden betrachtet:

(1) Stuttgart Hbf - Wendlingen

Die Altstrecke Stuttgart Hbf - Wendlingen verläuft vollständig steigungsarm (totaler Höhenunterschied nur rund 20 m bis zur Abzweigung der "Güterzugkurve" bei Wendlingen) und besitzt mit dem 2-gleisigen Rosensteintunnel nur einen sehr kurzen unterirdischen Abschnitt (rund 350 m lang). Dagegen überwindet die Strecke Stuttgart Hbf - Wendlingen im Planfall zunächst einen Höhenunterschied von rund 155 m bis zu ihrem Kulminationspunkt auf den Fildern, um dann um rund 120 Meter bis ins Neckartal bei Wendlingen zu fallen. Die lange Steigungsstrecke im Fildertunnel unmittelbar nach dem Anfahren der Züge im neuen Tiefbahnhof von Stuttgart bzw. das Abbremsen im Gefälle vor diesem Tunnelbahnhof ist bezüglich der Fahrdynamik besonders ungünstig. Insgesamt zeichnet sich diese rund 26 km lange Strecke bis zur Einmündung der "Güterzugkurve" bei Wendlingen durch Tunnels von rund 12 km Länge (Fildertunnel, Flughafentunnel, Denkendorfer Tunnel) aus, was einen Tunnelanteil von rund 46 % ergibt. Beide Strecken unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Länge um rund 4 km.

(2) Stuttgart Hbf - Böblingen

Die rund 26 km lange Bestandsstrecke Stuttgart Hbf - Böblingen überwindet auf den ersten 20 km einen Höhenunterschied von rund 230 m (durchschnittliche Steigung von 11,5 Promille) und fällt bis zum Bf Böblingen wieder um rund 40 m. Auf rund 1 km Länge verläuft sie durch Tunnels (Tunnelanteil: 4 %). Die Stuttgart-21-Strecke weist zwar dieselben Höhenunterschiede auf, aber diese sind anders verteilt. So findet sich wie bei der geplanten neuen Strecke nach Wendlingen auf gut 10 km Länge überwiegend im Fildertunnel kurz nach dem Start bzw. unmittelbar vor dem Halt im Tunnelbahnhof Stuttgart ein Anstieg bzw. ein Gefälle um 155 m, also mit einer durchschnittlichen Gradienten von 15,5 Promille, was ein fahrdynamisch ungünstiges Streckenprofil darstellt. Die übrigen Steigungs- und Gefälleabschnitte verteilen sich hingegen auf die restlichen Streckenabschnitte. Zusätzlich zum Fildertunnel verläuft die Strecke auf einer weiteren Länge von gut 2 km (im Flughafenbereich) unterirdisch. Alle Tunnels zusammen (rund 11 km) ergeben auf der rund 28 km langen Trasse einen Anteil von fast 40 %. Hinsichtlich ihrer Länge unterscheiden sich diese beiden Strecken des Planfalls und des Referenzfalls um gut 2 km.

(3) Stuttgart Hbf - Bad Cannstatt

Die für den Referenzfall maßgebliche Altstrecke hat von Stuttgart Hbf bis Bad Cannstatt eine Länge von 3,4 km, die entsprechende Strecke des Planfalls ist 4,9 km lang, also fast 50 % länger. Zugleich verläuft diese zu über 80 % im Tunnel, während zur bestehenden Strecke nur der relativ kurze Rosensteintunnel gehört, so dass der Tunnelanteil lediglich bei rund 10 % liegt.

#### (4) Stuttgart Hbf - Abstellbahnhof Untertürkheim

Im Referenzfall besitzt der Hauptbahnhof in Stuttgart mit seinen 17 Bahnsteiggleisen eine ausreichend große Kapazität, damit für aussetzende Züge bis zu ihrer Rückfahrt eine "Bahnsteigwende" möglich ist: Die Züge verbringen ihre Stillstandszeit am Bahnsteig. Falls es dennoch notwendig sein sollte, Züge zwischenzeitlich außerhalb des Bahnsteigbereichs abzustellen, stehen im Gleisvorfeld des Kopfbahnhofs einzelne Abstellgleise zur Verfügung. Darüberhinaus anfallende Ein- und Ausrückfahrten zum bzw. vom nahegelegenen Abstellbahnhof am Rosensteinpark finden auf einer sehr kurzen Distanz statt. Ganz anders gestaltet sich die Situation im Planfall: Wegen der äußerst beschränkten Kapazität des nur 8-gleisigen S-21-Bahnhofs und dessen ungünstigen Gleisplans, der in den meisten Fällen zu Fahrstraßenkreuzungen führen würde, sind Bahnsteigwenden kaum möglich und wegen des großen Gefälles der Bahnsteiggleise vermutlich auch gar nicht zulässig. Deshalb müssen aussetzende Züge in den peripher gelegenen Abstellbahnhof Untertürkheim einrücken und von dort kurz vor ihrer Abfahrt im Hauptbahnhof wieder ausrücken. Dadurch werden zahlreiche Zugfahrten zwischen dem Hauptbahnhof und dem Abstellbahnhof über eine Entfernung von jeweils rund 6,5 km stattfinden.

Die Bahnstrecken Stuttgart Hbf - Feuerbach und Stuttgart Hbf - Obertürkheim bleiben aus der Betrachtung ausgeklammert, weil in beiden Abschnitten jeweils der höhere Tunnelanteil des Planfalls gegenüber dem Referenzfall durch eine kürzere Länge der Strecke kompensiert wird und sich das Streckenprofil (Steigungen und Gefälle) nur marginal zwischen Plan- und Referenzfall unterscheidet.

Der Energieverbrauch der Züge wird durch computergestützte Fahrsimulationen ermittelt. Hierzu wird ein Computerprogramm eingesetzt, das zum einen streckenseitige Inputdaten, insbesondere Kilometrierung, Geschwindigkeitsbeschränkungen und Gradienten, und zum anderen fahrzeugseitige Inputdaten verwendet, also die relevanten technischen Daten der Züge, beispielsweise ihre Leistung und ihre Masse.

Der Vergleich zwischen dem Planfall und dem Referenzfall zeigt, dass auf den untersuchten Teilstrecken alle Züge im Planfall einen deutlich höheren Energiebedarf pro Hin- und Rückfahrt als im Referenzfall haben (siehe Tab.7).

Tab.7: Energiebedarf der Fern- und Regionalzüge im Planfall versus Referenzfall (gerundet)

Strecke, Zugart	Differenz zwischen Planfall und Referenzfall (jeweils Hin- plus Rückfahrt)		
	eine Hin- plus Rückfahrt (kWh)	alle Fahrten pro Tag (kWh)	alle Fahrten pro Jahr (MWh)
<b>Stuttgart - Wendlingen</b>			
- 2 Linien mit ICE 3			
- ohne Zwischenhalt	792	14.256	5.203
- 1 Zwischenhalt*	1.368	24.625	8.988
- 2 RE-Linien, 5 Doppelstockwaggons je Zug, 1 bis 2 Zwischenhalte**	467	18.680	8.819
<b>Stuttgart - Böblingen</b>			
- 1 Linie mit IC-D, je 5 Doppelstockwaggons***	346	6.228	2.273
- 1 RE-Linie, je 5 Doppelstockwaggons***	454	9.080	3.314
<b>Stuttgart Hbf - Bad Cannstatt</b>			
- 1 Linie mit ICE-T	107	1.926	703
- 2 RE-Linien, 5 Doppelwaggons je Zug	164	6.560	2.394
<b>Leerfahrten zwischen Hbf und Abstellbf (durchschn. 6,5 km je Strecke)</b>			
- 1 ICE 3 Vollzug pro h, 18/Tag	639	11.504	4.199
- 2 RE pro h, 36/Tag	604	21.744	7.937
<b>Summen:</b>	<b>4.602</b>	<b>114.603</b>	<b>43.830</b>
<b>in 30 Jahren:</b>			<b>1.314.900</b>

\* Zwischenhalt: im Planfall am Flughafen, im Referenzfall in Wendlingen

\*\* Zwischenhalt: im Planfall am Flughafen, im Referenzfall in Plochingen und Wendlingen

\*\*\* Zwischenhalt: im Planfall am Flughafen, im Referenzfall in S-Vaihingen

ICE 3 Vollzug, jede Linie im Stundentakt, 18 Stunden pro Tag

IC-D jede Linie im Stundentakt, 18 Stunden pro Tag

RE jede Linie im Stundentakt, 20 Stunden pro Tag

Der Mehrbedarf an Energie im Planfall summiert sich pro Tag auf fast 115.000 kWh (115 MWh). Bezogen auf ein Jahr liegt der Mehrverbrauch der Züge im Planfall bei knapp 44.000 MWh; im 30-jährigen Betrachtungszeitraum kommen über 1,3 Millionen MWh zusammen, welche im Planfall gegenüber dem Referenzfall für die Zugfahrten auf den untersuchten Strecken anfallen.

Tab.8: THG-Emissionen des Zugverkehrs im Planfall versus Referenzfall

Betrachtungszeitraum	Anzahl Jahre	Energiebedarf (MWh)	THG-Emiss.-faktor (t/MWh)	THG-Emissionen (t)
2024 bis 2049	26	1.139.580	0,1911	217.774
2050 bis 2053	4	175.320	0,0206	3.612
Summen:		1.314.900		221.386

Die genannten Mengen an elektrischer Energie führen innerhalb des Betrachtungszeitraums von 2024 bis 2053 zu einem Treibhausgasausstoß von rund 220.000 Tonnen. Die Herleitung der Emissionsfaktoren für die durch die Stromerzeugung freigesetzten Treibhausgase findet sich im Anhang Teil A.

### 3.7. Summenbetrachtung der THG-Emissionen durch das Projekt S 21 im Vergleich zum Referenzfall

Abschließend ist nun eine summarische Betrachtung aller Treibhausgasemissionen angebracht, die durch das Projekt S 21 im Vergleich zum Referenzfall von den verschiedenen Treibhausgasquellen dieses Projekts hervorgerufen werden (siehe Tab.9).

Tab.9: Summendarstellung der Treibhausgasemissionen durch Stuttgart 21 (Planfall abzügl. Referenzfall)

THG-Quelle	absolut (t)	Anteile der THG-Quellen (%)
Produktion		
des Baumaterials inkl. Gleise und Fahrbahnen	1.557.034	82,6
Grabungsarbeiten etc.	8.087	0,4
Transportarbeiten	79.271	4,2
Betrieb und Unterhalt		
der Bauwerke 2024 - 2053	18.755	1,0
Zugverkehr 2024 - 2053	221.386	11,7
Summe	1.884.533	99,9



Als Zwischenbilanz ist festzustellen: Das Projekt Stuttgart 21 ist, verglichen mit dem Referenzfall, für rund 1,9 Millionen Tonnen, also knapp 2 Millionen Tonnen an Treibhausgas (CO<sub>2</sub>, Methan, Stickoxide etc.) verantwortlich. Der überwiegende Teil dieses THG-Ausstoßes, nämlich rund 83 %, stammt aus der Produktion des Materials für die Bauwerke, insbesondere für die Tunnels, und für Gleise plus Fahrbahnen. Der Zugverkehr auf der Infrastruktur, die durch S 21 geschaffen wird, erzeugt durch die Herstellung des benötigten Bahnstroms weitere knapp 12 % an Emissionen, wenn man einen 30-jährigen Betrachtungszeitraum zugrunde legt. Die Transportarbeiten (Abtransport von Aushub, Anlieferung von Baumaterial) führen zu einer zusätzlichen THG-Freisetzung von rund 4 %. Der Beitrag von Betrieb und Unterhalt der Bauwerke zum gesamten Ausstoß an Treibhausgas ist, über 30 Jahre aufsummiert, mit 1 % relativ gering. Die Arbeiten zum Graben von Tunnels und Ausheben von Baugruben sowie zum Abbruch alter Anlagen emittieren einen Treibhausgasanteil von 0,4 %. Die größte Treibhausgasquelle ist also die Herstellung des für Stuttgart 21 verwendeten Materials, insbesondere des Betons für Tunnels, die im Planfall eine rund 10-mal so große Gesamtlänge wie im Referenzfall haben. Der Bau von Tunnels ist also genau der falsche Weg, wenn man den Treibhauseffekt tatsächlich eindämmen und nicht weiter anheizen will.

Doch mit diesem negativen Befund ist bei weitem noch nicht das ganze Ausmaß der Treibhausgasemissionen erfasst, welche durch S 21 ausgelöst werden. Denn noch nicht betrachtet ist bislang der THG-Ausstoß durch den Autoverkehr, den das Projekt S 21 hervorruft, weil zum einen der geplante Tunnelhauptbahnhof einen drastischen Kapazitätsabbau auf der Schiene darstellt und zum anderen für die tangentialen Verkehrsströme, die in Zukunft immer bedeutsamer werden, die benötigten Bahnstrecken gerade durch S 21 verhindert werden, insbesondere eine S-Bahn-Tangente via Filder. Diese Themen werden im nachstehenden Kapitel 4 behandelt.

## **4. THG-Emissionen des Autoverkehrs, der durch S 21 verursacht wird**

### **4.1. Notwendige Verkehrsverlagerung vom PKW zum Zug**

Nach der neuesten Haushaltsbefragung zum Verkehrsverhalten im Großraum Stuttgart - diese Befragung war allerdings bereits 2009/2010 durchgeführt worden - finden im gesamten Gebiet des VVS an Werktagen rund 55 % aller Wege mit dem PKW statt. Der Anteil von Linienbus, Stadtbahn, S-Bahn und Regionalzügen ist hingegen mit rund 15 % relativ gering.<sup>27</sup> Bezogen auf die Befragten in der Stadt Stuttgart liegt der Anteil der Benutzer von Öffentlichen Verkehrsmitteln (im Folgenden als "ÖV" abgekürzt) mit rund 26 % etwas höher, während der Anteil der Autobenutzung mit rund 42 % niedriger als im gesamten Verbundgebiet ist.<sup>28</sup> Die in Stuttgart beschäftigten Arbeitnehmer mit Wohnsitz außerhalb der Stadt (rund 260.000 Menschen) benutzen sogar zu rund 60 % das Auto auf dem Weg zur Arbeit und auf dem Nachhauseweg.<sup>29</sup> Allein diese nicht in Stuttgart ansässigen Pendler verursachen so an jedem Werktag über 300.000 Hin- und Rückfahrten per Auto, was bei einem Besetzungsgrad von durchschnittlich 1,2 Personen pro Fahrzeug über 250.000 PKW-Fahrten täglich ergibt - im Pendlerverkehr ist die Auslastung pro Auto deutlich geringer als z.B. im Freizeit- und Urlaubsverkehr. Hinzu kommen die Pendler, die in Stuttgart wohnen und hier auch arbeiten sowie diejenigen, die über die Stadtgrenzen hinaus ins Umland pendeln, und zwar mit stark zunehmender Tendenz. So hat die Zahl dieser "Auspendler" in den letzten 10 Jahren um mehr als 40 % zugenommen und liegt inzwischen bei rund 80.000<sup>30</sup> - mit weiter steigender Tendenz.

Der relativ niedrige Anteil des ÖV und der hohe PKW-Anteil im gesamten Verbundraum ist nicht zuletzt darauf zurückzuführen, dass das Schienennetz fast vollständig radial auf Stuttgart ausgerichtet ist, während Tangentialverbindungen - im Gegensatz zum Straßennetz - weitgehend fehlen. Besonders ungünstig ist die Erschließung durch den Schienennahverkehr im dicht besiedelten Raum Böblingen/Sindelfingen - Vaihingen - Flughafen - Filderstadt - Wendlingen/Nürtingen/Kirchheim. In diesem verstärkten Gebiet leben rund 400.000 Menschen - ebenso viele wie in Zürich. Doch in der Schweizer Wirtschafts- und Finanzmetropole sieht die Aufteilung "ÖV versus Auto", in der Fachsprache "Modal Split" genannt, ganz anders aus als im VVS außerhalb von Stuttgart: Zürich besetzt mit einem ÖV-Anteil von 63 % und einem PKW-Anteil von nur 25 % unter allen Großstädten der Industriestaaten den Spitzenplatz, gefolgt von Warschau mit 60 % ÖV- und 34 % Auto-Anteil. In der Metropole New York kommen Linienbus, U-Bahn und sonstige Züge auf 55 %. In Tokio, der größten Stadt der Welt, liegt dieser Anteil bei 51 %.<sup>31</sup> So gesehen, besteht in Stuttgart noch sehr viel Spielraum nach oben, was den Modal Split zugunsten von Bus und Zug betrifft: Um das Niveau von Zürich zu erreichen, muss sich der Anteil des ÖV in der Landeshauptstadt mehr als verdoppeln, im gesamten VVS-Raum sogar vervierfachen. Dies gilt besonders für Berufspendler, die wie gezeigt, zu fast zwei Dritteln mit dem Auto vom Umland zur Arbeit nach Stuttgart und ebenso wieder zurück fahren.

Auf dem Weg hin zu diesem Ziel ist das Angebot bzw. die Kapazität der Linienbusse, Stadtbahn-, S-Bahn- und Regionalzüge stark zu erweitern, was in der Theorie bei den

Bussen durch eine Verdichtung des Fahrplankontaktes und bei der Stadtbahn durch eine Verdopplung der Zuglänge möglich ist. Bei der S-Bahn könnte die Angebots- und Kapazitätssteigerung durch Tangentiallinien innerhalb von Stuttgart erreicht werden, indem die Ost- bzw. Südäste der S 1, S 2 und S 3 durch eine noch zu bauende Verbindungsstrecke östlich des Hauptbahnhofs mit den Nordästen der S 4, S 5 und S 6 verknüpft werden (siehe Kapitel 5). Zusätzlich könnten die an der Schwabstraße beginnenden oder endenden Fahrten der S 4 bis S 6 auf den Abschnitt bis Vaihingen und bei Bedarf auch Richtung Flughafen oder Böblingen ausgeweitet werden. Als Alternative zur Verlängerung dieser Zugläufe ist auch eine tangentielle S-Bahn-Linie vorbei an der Stuttgarter Innenstadt auf der heutigen Gäubahn-Panoramastrecke denkbar, entsprechend dem im Konzept "Umstieg 21" enthaltenen Vorschlag. Die weitere Nutzung dieser Strecke wird im Planfall allenfalls noch sehr eingeschränkt erwogen.

Betrachtet man hingegen die Regional- und Fernzüge des Großraums Stuttgart, so ist festzustellen, dass gerade durch Stuttgart 21 statt der notwendigen Angebots- und Kapazitätsverbesserung eine massive Verschlechterung droht: Während der vorhandene Hauptbahnhof vor dem S-21-bedingten Umbau 17 Bahnsteiggleise besessen hatte, soll der zukünftige Tunnelbahnhof nur noch über 8 Gleise verfügen. Rein mathematisch betrachtet, kommt dies einem Kapazitätsabbau um mehr als 50 % gleich. Unabhängige Fachleute schätzen die Leistungsfähigkeit des neuen Tiefbahnhofs auf lediglich 32 Züge, die hier innerhalb einer Stunde während des Spitzenverkehrs ankommen oder abfahren können.<sup>32</sup> Für den (wiederhergestellten) Kopfbahnhof wurde eine Kapazität von bis zu 56 ankommenden bzw. abfahrenden Zügen pro Stunde nachgewiesen.<sup>33</sup> Egon Hopfenitz, der langjährige Leiter des Stuttgarter Hauptbahnhofs und somit ein sehr kompetenter Kenner dieses Bahnhofs, beziffert dessen Leistungsfähigkeit ebenfalls mit 56 Zügen in der Spitzenstunde.<sup>34</sup> So gesehen, bedeutet Stuttgart 21, dass bis zu 24 Züge pro Stunde den geplanten Tunnelbahnhof gar nicht anfahren können, was einen Kapazitätsverlust von rund 43 % darstellt.<sup>35</sup>

Statt der genannten Verkehrsverlagerung von der Straße auf die Schiene, die angesichts der Feinstaub- und Abgasproblematik im Stuttgarter Talkessel besonders dringend wäre, ist somit eine Abwanderung von Fahrgästen vom Zug zum Auto als Folge von Stuttgart 21 zu befürchten.

Hinzu kommt noch:

(1) Es ist nicht auszuschließen, dass S-21-Tunnelstrecken wegen Unfällen, technischen Störungen oder Reparaturen gesperrt werden müssen, ohne dass eine gleichwertige Umleitungsmöglichkeit besteht. Da der Fildertunnel abschnittsweise durch die problematische geologische Formation des quellfähigen Anhydrits verläuft, ist mit Verformungen der Tunnelwände, -decke und -sohle zu rechnen, was umfangreiche Tunnelsanierungen nach sich zieht, wie dies beispielsweise gleich nebenan im Engelbergertunnel der A 81 seit Jahren der Fall ist. Wenn deshalb der Betrieb im Fildertunnel unterbrochen werden muss, können die zukünftigen Stationen am Flughafen von Norden her durch Fern- und Regionalzüge nicht mehr angefahren werden. Aus Richtung Ulm via Neubaustrecke und von der Gäubahn aus wären beide Flughafenbahnhöfe Endstationen; in der Gegenrichtung müssten hier die ICE-Züge in Richtung Ulm und Zürich starten. Möglicherweise werden dann Omnibusse als ICE-Ersatz den

Hauptbahnhof mit den Flughafenstationen über die B 27 verbinden. Bei einer Sperrung des neuen Feuerbacher Tunnels können Züge, die von der ICE-Strecke Mannheim - Stuttgart oder von Mühlacker und Heilbronn über Bietigheim-Bissingen kommen, den Tunnelhauptbahnhof ebenfalls nicht mehr anfahren. Sie müssten über die Güterzugstrecke Kornwestheim - Untertürkheim umgeleitet werden und würden ersatzweise in Esslingen statt in Stuttgart Hbf halten.

(2) Bei einem Brand oder zumindest bei starker Rauchentwicklung im unterirdischen Bereich des neuen Hauptbahnhofs müsste der Bahnhof für Zugfahrten gesperrt werden. Auch in diesem Fall wäre vermutlich Esslingen der Ersatz-Hauptbahnhof von Stuttgart. Das Resultat für die betroffenen Fahrgäste wären stark verlängerte Reisezeiten und Einbußen an Komfort durch zusätzliche Umsteigevorgänge.

(3) Durch die wachsende Gefahr von Starkregen als Folge des menschengemachten Treibhauseffektes drohen wiederum temporäre Stilllegungen des Tunnelhauptbahnhofs, wenn dieser geographische Tiefpunkt des Stuttgarter Stadtgebiets von Wassermassen geflutet wird, die von den Hängen des Talkessels nach unten strömen.<sup>36</sup>

Wer als Fahrgast solche Betriebsunterbrechungen erlebt oder zumindest durch die Medien davon erfährt, wird an der Zuverlässigkeit des Stuttgarter Eisenbahnsystems erhebliche Zweifel haben und vermutlich dazu tendieren, sich lieber auf das Auto zu verlassen, dem auch im Störfall zahlreiche Ausweichrouten zur Verfügung stehen. Der wegen S 21 betrieblich unzuverlässige Zug wird nach Möglichkeit gemieden.

Als weiteres Problem kommt hinzu, dass die Rahmenvereinbarung vom 7.11.1995 auf den durch S 21 frei werdenden Gleisflächen den Bau von Wohnungen für mindestens 11.000 Einwohner und die Schaffung von mindestens 24.000 Arbeitsplätzen vorsieht. Es ist davon auszugehen, dass die Mehrheit der hier beschäftigten Menschen nicht in diesem Quartier wohnt und die hier ansässigen Bewohner überwiegend woanders arbeiten. Dadurch wird die Zahl der Fahrten im Berufspendler-, Freizeit- und Einkaufsverkehr mit Quelle oder Ziel Stadtzentrum Stuttgart stark zunehmen. Zumindest die Pendlerfahrten aus diesem und in dieses Areal werden überproportional häufig mit dem Auto stattfinden, weil während der Verkehrsspitzen montags bis freitags die Zugzahlen im zu kleinen S-21-Tunnelbahnhof nicht ausreichen werden, um auch noch diesen Zusatzverkehr zu bewältigen. Es ist also eine regelrechte Verkehrsverlagerung auf die Straße zu befürchten, da mit der geplanten Bebauung der heutigen Gleisgeländes der Engpaß im zukünftigen Hauptbahnhof, gemessen an der zukünftigen Verkehrsnachfrage, verschärft wird.

Für viele Relationen innerhalb des Ballungsraums Stuttgart fehlen attraktive Schienenstrecken, insbesondere was Querverbindungen außerhalb der Stadt Stuttgart betrifft. Aber da gerade an der Peripherie dieses Großraums die Hauptzuwächse an Wohnungen und Arbeitsplätzen stattfinden, ist der Öffentliche Verkehr für die Zukunft nicht ausreichend gerüstet, so dass der zu erwartende Verkehrszuwachs weitgehend auf der Straße stattfinden dürfte. Das größte Defizit im Schienennetz läßt sich für den Bereich der Filder identifizieren, für dessen alltägliche Verkehrsprobleme Stuttgart 21 keine angemessene Lösung bietet. So fehlt im Rahmen von S 21 eine tangentiale S-Bahn-Strecke von Böblingen/Sindelfingen via Flughafen nach Wendlingen/Nürtingen/Kirchheim. Für Autofahrer existiert diese Verbindung in Form der Autobahnen A 81 + A 8 sehr wohl, auch wenn hier häufig durch Staus bedingt nur ein langsames

Vorankommen möglich ist. Wer hingegen beispielsweise von Böblingen nach Kirchheim nicht mit dem Auto fahren will (Fahrtstrecke: 40 km, Fahrtdauer ohne Stau: rund 24 Minuten<sup>37</sup>) muss die Züge der Linie S 1 benutzen, deren Fahrtstrecke 55 km lang ist und die wegen des Umwegs von fast 40 % gegenüber der Autoroute und ihrer Vielzahl an Zwischenstopps 68 Minuten benötigen, also fast 3-mal so lange unterwegs sind. Würde in dieser Relation eine mit dem PKW konkurrenzfähige ÖV-Verbindung existieren, so würden zahlreiche Autofahrer zweifellos lieber die bequeme S-Bahn statt gezwungenermaßen die staugefährdeten Straßen benutzen. Dabei ist S 21 geradezu ein Hindernis für die Verwirklichung der S-Bahn-Tangente. Inzwischen haben zwar der Landkreis Esslingen sowie Städte und Gemeinden, die von dieser neuen Schieneninfrastruktur profitieren würden, ein eigenes Konzept hierfür vorgelegt.<sup>38</sup> Aber so lange an S 21 weitergebaut wird, ist an eine Verwirklichung dieser Filder-Neckar-S-Bahn realistischere nicht zu denken. Denn das Vorhaben S 21 wird am Ende rund 10 Milliarden Euro oder noch mehr verschlingen, wie der Bundesrechnungshof und die VIEREGG-RÖSSLER GmbH unabhängig voneinander ermittelten. So lange diese exorbitante Geldsumme noch abzubezahlen ist, fehlen jegliche Investitionsmittel für den Schienennahverkehr in ganz Baden-Württemberg. Für die genannte neue S-Bahn-Trasse stehen wegen S 21 vor 2025 keinerlei Geldmittel zur Verfügung, wie Verkehrsminister Winfried Hermann 2016 in einem Gespräch mit Frank Distel (Schutzgemeinschaft Filder) und Klaus Gebhard (Aktionsbündnis gegen S 21) bestätigte.

Da der Autoverkehr im Großraum Stuttgart auf absehbare Zeit weiter anschwillt, weil in diesem Ballungsgebiet immer mehr Menschen wohnen und arbeiten, wird der politische Druck hin zu weiterem Straßenbau zunehmen, beispielsweise zwei weitere Fahrspuren für die A 81 und A 8. Derartige Baumaßnahmen stellen Anreize für zusätzliche Autofahrten dar, die eigentlich notwendige Verkehrsverlagerung auf die Schiene rückt noch mehr in die Ferne.

Wenn also die notwendige Verkehrsverlagerung weg vom Auto und hin zum Zug aufgrund der mangelhaften Kapazität von Stuttgart 21 und wegen der fehlenden tangentialen Schieneninfrastruktur auf den Fildern und anderswo nicht stattfinden kann, führt dieses Projekt auf die Dauer zu noch mehr Autoverkehr und somit zu einer weiteren Erhöhung des Treibhausgasausstoßes. Denn verglichen mit der Benutzung von Regional- und Fernzügen sowie der S-Bahn stellt das Autofahren eine erhöhte Belastung der Atmosphäre durch Treibhausgase dar, von Feinstaub und anderen negativen Auswirkungen ganz zu schweigen. Diese zusätzlichen THG-Emissionen werden nachstehend bestimmt. Hierzu sind mehrere Untersuchungsschritte erforderlich: Zunächst wird das Mengengerüst dargestellt, was die durch die Kapazitätsmängel von S 21 verursachten PKW-Fahrten betrifft, ohne allerdings den Effekt zu quantifizieren, der durch die genannte Bebauung der heutigen Gleisflächen ausgelöst wird. Auf dem Mengengerüst aufbauend, werden die THG-Emissionen abgeleitet, die sich aus den beschriebenen Verkehrsverlagerungen und dem künftig nicht möglichen Umstieg vom PKW auf Regional-, Fern- und S-Bahn-Züge ergeben. Diesem Treibhausgasausstoß durch Autofahrten sind die THG-Emissionen gegenzurechnen, welche durch die zusätzlichen Züge anfallen, wenn es den genannten Kapazitätsabbau im Stuttgarter Hauptbahnhof nicht gibt und wenn die fehlende S-Bahn-Tangente vorhanden ist, also im Referenzfall. Schließlich sind die Baumaßnahmen und die

daraus resultierenden Treibhausgasmengen aufzuzeigen, die erforderlich sind, um die hohe Kapazität des vorhandenen Kopfbahnhofs tatsächlich nutzen zu können.

## 4.2. Mengengerüst der durch S 21 verursachten Autofahrten

### Kapazitätsengpaß S-21-Tunnelbahnhof

Wie oben bereits genannt, besitzt der vorhandene Kopfbahnhof, wenn er wieder in seinen ursprünglichen Zustand zurückversetzt wird, gegenüber dem Tunnelbahnhof von S 21 im Spitzenverkehr eine Kapazität von 24 zusätzlichen Zügen pro Stunde (ca. 6 bis 9 Uhr morgens und 16 bis 19 Uhr nachmittags von Montag bis Freitag). Selbst der heutige Fahrplan, der anscheinend für einen Großteil der autofahrenden Pendler kein attraktives Angebot darstellt, sieht in der Stunde mit der höchsten Nachfrage (7 bis 8 Uhr) 34 ankommende Züge im Stuttgarter Hbf vor (24 Regional- und 10 ICE-/IC-Züge). Dies sind immerhin 2 Züge mehr, als der geplante S-21-Bahnhof überhaupt bewältigen kann, dessen Kapazität auf 32 Züge pro Stunde begrenzt ist (siehe oben).

Es soll nun für den Referenzfall in den Hauptverkehrszeiten morgens und nachmittags ein modellhaftes Angebotskonzept unterstellt werden, das sich grob am heutigen Fahrplan orientiert, was die Zugzahlen der einzelnen Strecken im Zulauf auf Stuttgart und die Aufteilung auf Regional- und Fernzüge betrifft. Für letztere ist dem heutigen Ankunftsfahrplan in Stuttgart Hbf ein Verhältnis der Zugzahlen von ungefähr 70 zu 30 zu entnehmen. Um möglichst vielen Pendlern ein preisgünstiges Angebot als Alternative zum teuren ICE zu schaffen, wird nun in der weiteren Betrachtung das Zugzahlenverhältnis von Regionalzügen zu Fernzügen (ICE, IC, EC, TGV) auf 75 zu 25 angehoben. Zugleich wird die im Hauptbahnhof von Stuttgart mögliche Maximalkapazität von 56 Zügen pro Stunde voll ausgenutzt. Daraus ergibt sich eine Zahl von 42 Regionalzügen plus 14 Fernzügen pro Stunde.

Bezüglich des Fassungsvermögens pro Zug werden für den Referenzfall folgende Annahmen getroffen:

Im Regionalverkehr der Spitzenstunden werden grundsätzlich Doppelstockzüge eingesetzt, welche zugleich die doppelte Zuglänge gegenüber den heute üblichen 5-Wagen-Zügen haben und von jeweils zwei E-Loks gezogen bzw. geschoben werden. Wenn man von rund 140 Fahrgästen pro Waggon ausgeht, die fast alle auf den vorhandenen Sitzen Platz finden, so dass nur wenige Fahrgäste stehen müssen, hat jeder Zug eine Kapazität von 1.400 Fahrgästen.<sup>39</sup>

Der Fernverkehr findet mit ICE-Zügen der 3. Generation statt, wobei jeweils zwei Züge zu einem Vollzug gekuppelt sind, so dass pro ICE 900 Personen (ohne Stehplätze) Platz finden. Lediglich auf der Relation Zürich - Singen - Böblingen - Stuttgart (Gäubahn) wird der Doppelstock-IC (IC-D) und auf der Verbindung Nürnberg - Aalen - Stuttgart (Remstalbahn) werden ICE-Halbzüge vom Typ ICE-T (mit Neigetechnik) eingesetzt. Auf beiden Strecken gilt im Referenzfall wie auch bei S 21 der Stundentakt.

Insgesamt ergeben sich folgende Kapazitätswachse (siehe Tab.10), verglichen mit dem Tunnelbahnhof des Projekts S 21, wenn im Kopfbahnhof von Stuttgart die mögliche Maximalkapazität tatsächlich genutzt wird:

Der Kopfbahnhof in Stuttgart kann während des Spitzenverkehrs morgens und nachmittags pro Stunde 19 Regionalzüge mehr als der S-21-Bahnhof bewältigen; im ICE-Verkehr sind pro Stunde 5 Züge mehr möglich. In der Regel fährt jeder ankommene Regional- oder Fernzug nach mehr oder weniger kurzem Zwischenhalt im Hauptbahnhof wieder ab, wobei Ankunft und Abfahrt als eine einzige Fahrt zählen. Hierbei gibt es prinzipiell drei Möglichkeiten: (1) Entweder geht der Zug bei seiner Weiterfahrt auf eine andere Linie über so wie heute oft bei den Regionalzügen Heilbronn - Stuttgart, die nach Ulm weiterfahren oder, von Ulm kommend, ab Stuttgart Hbf ihre Fahrt nach Heilbronn fortsetzen. (2) Oder der Zug fährt auf demselben Weg zurück, auf dem seine Hinfahrt nach Stuttgart erfolgte. (3) Oder der angekommen Zug fährt leer auf ein Abstellgleis oder er kommt leer von einem solchen zurück, um dann im Hauptbahnhof seine Fahrt mit den hier zugestiegenen Reisenden zu beginnen.

Tab.10: Vergleich der Anzahl Zugankünfte/-abfahrten während des Spitzenverkehrs im S-21-Tunnelbahnhof versus Kopfbahnhof

Relationen	Anzahl Zugankünfte/-abfahrten* pro Stunde (Montag bis Freitag)		
	S 21	Kopfbf	Differenz
<u>Regionalzüge** (RB, RE, IRE):</u>			
Tübingen - Stuttgart Hbf	4	6	2
Ulm - Altstrecke - S Hbf	2	6	4
Ulm - NBS - Stuttgart Hbf	2	2	0
Aalen - Stuttgart Hbf	3	4	1
Crailsheim - Stuttgart Hbf	2	4	2
Heilbronn - Stuttgart Hbf	4	6	2
Heidelberg - Stuttgart Hbf	2	4	2
Karlsruhe - Stuttgart Hbf	2	6	4
Horb - Stuttgart Hbf	2	4	2
Summe Zugankünfte/-abfahrten* der Regionalzüge	23	42	19
<u>Fernzüge (ICE, IC, EC, TGV):</u>			
Mannheim - S Hbf***	4	6	2
Karlsruhe - S Hbf***	1	2	1
Ulm - Stuttgart Hbf***	2	4	2
Zürich - Horb - S Hbf	1	1	0
Nürnberg - Aalen - S Hbf	1	1	0
Summe Zugankünfte/-abfahrten* der Fernzüge	9	14	5
Gesamtsumme zusätzliche Züge:			24

\* 6 bis 9 Uhr: Ankünfte, 16 bis 19 Uhr: Abfahrten (jeweils Lastrichtung)

\*\* Anzahl Fahrgäste pro Regionalzug: 1.400

\*\*\* Anzahl Fahrgäste pro Fernzug: 900

In den 19 zusätzlichen Regionalzügen pro Stunde des Kopfbahnhofs finden insgesamt 26.600 Fahrgäste mehr Platz als in den Regionalzügen des Bahnhofs von S 21. In den 5 zusätzlichen Fernzügen können gegenüber dem S-21-Bahnhof stündlich 4.500 Fahrgäste mehr befördert werden. In der Summe besitzt der Kopfbahnhof somit eine Zusatzkapazität für 31.100 Reisende pro Stunde im Spitzenverkehr.<sup>40</sup> Bezogen auf die täglichen 6 Stunden des Spitzenverkehrs von Montag bis Freitag können im Fall des Kopfbahnhofs 186.600 zusätzliche Personenfahrten per Zug stattfinden, verglichen mit dem S-21-Bahnhof. Dadurch lassen sich theoretisch fast 190.000 Personenfahrten per PKW vermeiden. Bei einem durchschnittlichen Besetzungsgrad von 1,2 Personen pro PKW handelt es sich somit um 155.500 vermeidbare Autofahrten, die bei Verwirklichung von S 21 an Werktagen zwangsläufig im Großraum Stuttgart stattfinden. So gesehen, ließe sich ungefähr die Hälfte der heutigen PKW-Fahrten im Pendlerverkehr auf Regional- und Fernzüge verlagern, wenn S 21 nicht realisiert wird und stattdessen der heutige Kopfbahnhof beibehalten und wieder in seinen ursprünglichen Zustand zurückversetzt wird.

Zugunsten des Projekts Stuttgart 21 soll nun angenommen werden, dass nur 50 % der verhinderten Eisenbahnfahrgäste tatsächlich das Auto für ihre Pendlerfahrten benutzen. Die anderen 50 % verursachen hingegen keinen zusätzlichen PKW-Verkehr, und zwar aus mehreren Gründen, die sich ergänzen: (1) Sie suchen sich beispielsweise einen neuen Arbeitsplatz, der auch mit Öffentlichen Verkehrsmitteln gut erreichbar ist; (2) sie wählen einen anderen Wohnsitz, von dem aus sie auch ohne PKW zur Arbeitsstätte kommen; (3) sie erledigen ihre Arbeit von ihrer Wohnung aus, also im "Home office", statt in einem externen Büro; (4) der Arbeitgeber verlegt Firmensitz, Produktionsstätten oder Büros aus Stuttgart ins Umland, so dass die Zahl der Einpendler in die Stadt hinein abnimmt. Bei dieser für S 21 optimistischen Betrachtung errechnen sich 77.750 Autofahrten pro Tag, die wegen der mangelhafter Kapazität des S-21-Bahnhofs zwangsweise stattfinden werden und nicht durch Zugfahrten ersetzbar sind.

Es soll hinsichtlich der im Planfall gegenüber dem Referenzfall zusätzlichen Autofahrten eine durchschnittliche Länge der Fahrtstrecke von 30 km unterstellt werden - innerhalb von Stuttgart liegt diese Streckenlänge bei 12,4 km, die Fahrtstrecke der Pendler per Regional- und Fernzug beträgt im Durchschnitt sogar 65 km. Somit ergeben die täglichen PKW-Fahrten, die durch S 21 verursacht werden, eine Gesamtstrecke von 2.332.500 km, also rund 2,3 Millionen Fahrzeug-Kilometer (abgekürzt: fkm). Bei 250 Arbeitstagen pro Jahr summiert sich diese Strecke auf 583.125.000 km. Innerhalb des Betrachtungszeitraums von 30 Jahren kommen so 17.493.750.000 fkm zusammen, über 17 Milliarden Fahrzeug-Kilometer. Dagegen hatten die Befürworter von S 21 bislang behauptet, durch dieses Projekt ließen sich pro Jahr 380 Millionen Fahrzeug-Kilometer einsparen, was über 30 Jahre in der Summe 11,4 Milliarden Kilometer ergeben würde - eine Behauptung, die sich nun als vollkommen falsch erweist.



## Fehlende tangentielle S-Bahn-Strecke

Im Konzept "Umstieg 21" wird auf den Sachverhalt hingewiesen, dass im Raum Böblingen/Sindelfingen - Vaihingen - Flughafen - Filderstadt - Wendlingen/Nürtingen/Kirchheim mit rund 400.000 Einwohnern eine tangentielle S-Bahn-Verbindung fehlt. Zugleich wird ein Vorschlag für die Linienführung dieser S-Bahn-Achse und für deren Linienkonzept unterbreitet.<sup>41</sup> Dieses Konzept, dessen Kernstück eine Neubaustrecke entlang der A 8 unter Nutzung der beiden im Bau befindlichen S-21-Talviadukte bei Denkendorf bildet, umfasst die Verlängerung der S 2 ab Filderstadt bis Nürtingen und der S 3 ab Flughafen/Messe bis Plochingen sowie eine neue Linie mit der Bezeichnung S 10, die in Herrenberg beginnt und nach Kirchheim (Teck) führt. In den nachstehenden Überlegungen wird jedoch davon Abstand genommen, die Linie S 10 auch auf dem Teilstück Herrenberg - Böblingen verkehren zu lassen, weil sonst die Auslastung dieses Streckenabschnitts mit unterschiedlich schnellen Zügen zu hoch würde und somit ein stabiler Zugbetrieb kaum möglich wäre, zumal die Regional- bzw. IC-Züge eingleisige Zulaufstrecken (Hattingen - Horb, Freudenstadt - Eutingen) mit hoher Verspätungsanfälligkeit benutzen. Denn nach dem Vorschlag zur maximalen Ausnutzung der Kapazität des Hauptbahnhofs (siehe oben) werden im Abschnitt zwischen Herrenberg und Böblingen in jeder Fahrtrichtung pro Stunde bis zu 5 Regional- und Fernzüge (siehe Tab.10) ohne Halt und bis zu 4 S-Bahn-Züge mit jeweils 4 Zwischenhalten fahren.

Für die neue Linie S 10 wie auch für die beiden Linienverlängerungen der S 2 und S 3 wird einheitlich der ganztägige 30-Minuten-Takt zugrunde gelegt, was pro Linie in jeder Stunde 4 Fahrten in beiden Richtungen ergibt. Um die Zahl der zu befördernden Reisenden bestimmen zu können, sind Annahmen bezüglich der Zuglängen zu treffen, und zwar unterschieden nach Kurzzug und Vollzug: Ein Vollzug umfasst zwei zusammengekuppelte Kurzzüge, jeder Kurzzug bietet Platz für 192 sitzende Passagiere. Anders als die oben beschriebenen zusätzlichen Regional- und Fernzüge, welche nur die Spitzen des Berufspendlerverkehrs montags bis freitags bedienen, kommen die zusätzlichen S-Bahn-Züge auf der neuen Trasse nach Wendlingen die ganze Woche über, auch sonntags, und hierbei ganztägig zum Einsatz. Sie stehen somit über den reinen Pendlerverkehr hinaus auch für Freizeitfahrten (z.B. Treffen mit Freunden, Besuch von Veranstaltungen), für Einkaufsfahrten, für Besorgungsfahrten (Besuche bei Behörden, Banken, Ärzten etc.) und für Ausflüge zur Verfügung. Um auf die je nach Tageszeit unterschiedlich starke Nachfrage grob zu reagieren, werden Kurzzüge zu den Zeiten eingesetzt, wenn erfahrungsgemäß relativ wenige Fahrgäste mit der S-Bahn unterwegs sind, also am frühen Morgen und am späten Abend (siehe Tab.11).

Die zusätzliche S-Bahn-Linie S 10 und die beiden verlängerten Linien S 2 und S 3 bieten in insgesamt rund 2.800 Kurzzügen pro Woche über 500.000 Sitzplätze für Fahrten in beiden Richtungen an. Wenn man davon ausgeht, dass im Durchschnitt 80 % aller Sitzplätze auch tatsächlich besetzt sind, benutzen pro Woche rund 435.000 Fahrgäste die neuen tangentialen S-Bahn-Verbindungen.<sup>42</sup> Es wird nun - wiederum zugunsten des Projekts S 21 (siehe oben) angenommen, dass 50 % der sonst möglichen S-Bahn-Fahrgäste mit dem Auto fahren, wenn es diese S-Bahn-Linien nicht gibt. Daraus ergibt sich ein Verlagerungspotential von knapp 220.000 Personenfahrten pro

Woche vom PKW auf die S-Bahn. Bei einem Besetzungsgrad von durchschnittlich 1,2 Personen pro Auto lassen sich somit jede Woche rund 180.000 Autofahrten vermeiden. Nimmt man an, dass jede dieser PKW-Fahrten im Durchschnitt über eine Distanz von 20 km führt, so ist eine Gesamtstrecke von 3,6 Millionen Fahrzeug-Kilometern pro Woche auf die S-Bahn-Tangentialstrecke verlagerbar.<sup>43</sup> Wenn diese Bahnstrecke nicht gebaut wird, wie dies im Rahmen von S 21 vorgesehen ist, findet diese Fahrleistung zwangsläufig auf der Straße statt, vor allem auf der A 8. Auf ein ganzes Jahr (52 Wochen) hochgerechnet, kommen so 188.497.920 fkm, also rund 190 Millionen Fahrzeug-Kilometer zusammen. Im Betrachtungszeitraum von 30 Jahren beträgt die Summe dieser eigentlich vermeidbaren, aber letztlich durch S 21 verursachten Fahrleistung der Autos 5.654.937.600 fkm, gerundet 5,6 Milliarden Fahrzeug-Kilometer.

Tab.11: S-Bahn-Tangentialstrecke: Anzahl der Kurzzüge und Summe der Sitzplätze pro Tag (beide Fahrtrichtungen, 4 Züge pro Stunde je Linie)

Uhrzeit	Anzahl Stunden	Länge pro Zug	Kurzzüge je Linie	Kurzzüge 3 Linien	Sitzplätze
montags bis samstags:					
4 - 6 Uhr	2	1 Kurzzug	8	24	4.608
6 - 9 Uhr	3	2 Kurzzüge	24	72	13.824
9 - 16 Uhr	7	2 Kurzzüge	56	168	32.256
16 - 19 Uhr	3	2 Kurzzüge	24	72	13.824
19 - 22 Uhr	3	2 Kurzzüge	24	72	13.824
22 - 24 Uhr	2	1 Kurzzug	8	24	4.608
Summe montags bis samstags pro Tag:				432	82.944
Summe montags bis samstags (6 Tage):				2.592	497.664
sonntags:					
4 - 9 Uhr	5	1 Kurzzug	20	60	11.520
9 - 19 Uhr	10	2 Kurzzüge	40	120	23.040
19 - 24 Uhr	5	1 Kurzzug	20	60	11.520
Summe pro Sonntag:				240	46.080
Summe pro Woche:				2.832	543.744

### 4.3. THG-Emissionen der durch Stuttgart 21 verursachten Autofahrten

Zur Bestimmung des Treibhausgasausstoßes der durch S 21 bedingten Autofahrten, die wegen des zu kleinen Stuttgarter Tunnelbahnhofs und wegen der fehlenden S-Bahn-Tangentialstrecke im Planfall S 21 zwangsweise auf der Straße stattfinden, sollen nun zwei Szenarien betrachtet werden, was die Verbreitung der emissionsarmen Elektroautos betrifft: (1) ein konservatives Szenario und (2) als Gegenstück ein progressives Szenario.

### (1) Konservatives Szenario:

Aufgrund der bisherigen negativen Erfahrungen in Deutschland bezüglich der Umstellung der PKWs vom Verbrennungsantrieb auf Elektromotoren wird davon ausgegangen, dass weiterhin der Benzin- oder Dieselmotor bei deutschen Autos dominiert. Der E-Antrieb hingegen bleibt auch zukünftig eine Marginalie. So betrug der Bestand an PKWs mit vollelektrischem Antrieb - also kein Hybridantrieb - zum 1.1.2017 in Deutschland lediglich 34.000 Fahrzeuge, was gemessen an der Gesamtzahl von 45,8 Millionen PKWs<sup>44</sup> nur einen Anteil von unter einem Promille ergibt und somit vernachlässigbar ist. Selbst wenn das von der deutschen Bundesregierung gesetzte Ziel erreicht würde, dass im Jahr 2020 in Deutschland eine Million Elektroautos zugelassen wären, so würde deren Anteil nur bei rund 2 % liegen; anders ausgedrückt, würden dann immer noch 98 % der deutschen PKWs von Verbrennungsmotoren angetrieben. Dies ist angesichts der tatsächlichen Entwicklung eine durchaus realistische Perspektive.

Es ist davon auszugehen, dass der durchschnittliche PKW pro Fahrzeug-Kilometer 176 g oder pro 1 Million Fahrzeug-Kilometer 176 Tonnen Treibhausgas freisetzt.<sup>45</sup> Durch die über 30 Jahre aufsummierte Fahrtstrecke von 17.493.750.000 km an Pendlerfahrten, die wegen der zu geringen Kapazität des S-21-Bahnhofs auf die Straße verlagert würden, fallen insgesamt 3.078.900 t an Treibhausgas an (siehe Tab.12), also über 3 Millionen Tonnen. Diese THG-Emissionen sind also gut 1,5-mal so groß wie der Ausstoß an Treibhausgas durch den Bau von S 21 (siehe Kapitel 3). Außerdem sind die THG-Mengen zu berücksichtigen, welche von den zwangsweisen Autofahrten auf der Achse Böblingen - Flughafen - Wendlingen wegen der fehlenden S-Bahn-Tangente verursacht werden. Diese Autofahrten ergeben im 30-jährigen Betrachtungszeitraum eine Fahrleistung von rund 5,6 Milliarden Fahrzeug-Kilometer und verursachen hierbei 995.269 t THG-Emissionen (siehe Tab.12), also fast 1 Million Tonnen. Beide Emissionsquellen zusammen - die wegen des zu kleinen S-21-Tunnelbahnhofs und die wegen der fehlenden S-Bahn-Tangente nicht verlagerbaren Autofahrten - sind also für rund 4 Millionen Tonnen an Treibhausgasen verantwortlich, mehr als die doppelte Menge der Emissionen, die bei der Realisierung von S 21 im Vergleich zum Referenzfall entstehen. Im konservativen Szenario verursacht S 21 somit direkt und indirekt fast 6 Millionen Tonnen an klimaschädlichen Gasen.

### (2) Progressives Szenario:

Das progressive Szenario orientiert sich am Klimaschutzplan 2050 der deutschen Bundesregierung. In diesem Plan ist als Ziel formuliert: "Das Verkehrssystem in Deutschland wird im Jahr 2050 nahezu unabhängig von Kraftstoffen mit fossilem Kohlenstoff ("dekarbonisiert") und somit weitgehend treibhausgasneutral sein."<sup>46</sup>

Daraus folgt: Ab 2050 werden nur noch PKWs mit Elektroantrieb auf deutschen Straßen unterwegs sein. Es wird außerdem unterstellt, dass die Zahl der zugelassenen PKWs in Deutschland gegenüber der heutigen Situation nicht mehr zunimmt, aber bis Ende 2019 lediglich 0,8 Millionen Autos vollelektrisch angetrieben werden - Hybrid-

fahrzeuge (mit Verbrennungs- plus Elektromotor) gelten hierbei nicht als E-Autos - so dass weiterhin 45 Millionen PKWs mit einem herkömmlichen Motor ausgerüstet sind. Um das genannte Klimaschutzziel dennoch zu erreichen, werden von 2020 bis Ende 2049, also 30 Jahre lang, jedes Jahr 1,5 Millionen deutsche PKWs, die noch einen Verbrennungsmotor haben, durch einen Neuwagen mit E-Antrieb ersetzt. Auf den Betrachtungszeitraum der vorliegenden Studie bezogen (2024 bis 2053), ergibt sich während der Umstellungsphase im Durchschnitt der Jahre 2024 bis 2049 ein Bestand von 26,3 Millionen E-Autos oder ein Anteil von rund 57 %, während die Zahl der PKWs mit Verbrennungsmotor im genannten Zeitraum bei durchschnittlich 19,5 Millionen liegt, ein Anteil von rund 43 % an der deutschen Autoflotte von 45,8 Millionen Fahrzeugen. Ab 2050 beträgt dann die Quote der PKWs mit elektrischem Antrieb 100 %.

Es wird nun angenommen, dass die beschriebene Verteilung der E-Autos versus PKWs mit Verbrennungsmotor auch für die Straßen im Großraum Stuttgart und somit ebenso für den Teil des Pendlerverkehrs per Auto gilt, der wegen S 21 stattfindet, weil er wegen der zu geringen Kapazität des geplanten Tunnelbahnhofs auf die Straße verlagert würde. Dasselbe Verhältnis von E-PKWs versus PKWs mit Verbrennungsantrieb wird auch perspektivisch für die Autofahrten angenommen, die wegen der nicht vorhandenen tangentialen S-Bahn-Verbindung von Böblingen über die Filder nach Wendlingen unternommen werden.

#### THG-Ausstoß durch PKWs mit Verbrennungsantrieb:

Wegen der mangelhaften Kapazität des S-21-Tunnelbahnhofs erzeugen die Pendler-PKWs, deren Anteil an der PKW-Flotte im Durchschnitt bei 43 % liegt und die jährlich fast 600 Millionen Fahrzeug-Kilometer zurücklegen, im Zeitraum von 2024 bis 2049 einen Ausstoß an Treibhausgasen von 1.147.403 t (siehe Tab.12), also über 1 Million Tonnen.<sup>47</sup> Hinzu kommen die THG-Emissionen durch die Autofahrten, die zwangsweise stattfinden, weil es in der Achse Flughafen - Wendlingen über die Filder keine tangentiale S-Bahn-Verbindung gibt und diese Lücke auch durch die beschlossene Streckenverlängerung bis Neuhausen nicht geschlossen wird. Im Betrachtungszeitraum von 2024 bis 2049, so lange also noch Verbrennungsmotoren verwendet werden, fallen rund 370.000 t THG an.<sup>48</sup> Zusammen mit den bereits genannten Treibhausgasemissionen der Autofahrten wegen des zu kleinen S-21-Bahnhofs beträgt der THG-Ausstoß somit 1.518.307 t (siehe Tab.12), gerundet 1,5 Millionen Tonnen.

#### THG-Ausstoß durch PKWs mit E-Motor:

Die Ermittlung der THG-Emissionen durch Elektroautos gestaltet sich etwas "umwegiger" als die Berechnung des THG-Ausstoßes durch PKWs mit herkömmlichen Motoren. Denn bezüglich des Elektroantriebs ist zunächst der Verbrauch an elektrischer Energie zu bestimmen; erst im zweiten Schritt ist dann zu ermitteln, welche Treibhausgasemengen durch die Erzeugung des elektrischen Stroms freigesetzt werden. Die Herleitung der Emissionsfaktoren für Treibhausgas aus den Kraftwerken findet sich im Anhang A.

Der Strombedarf eines Elektroautos wird in der Literatur meist mit 15 bis 20 kWh pro 100 km Fahrtstrecke angegeben,<sup>49</sup> wobei die Verbrauchswerte je nach Länge der

Fahrt, Verlauf der benutzten Straße, Verkehrsdichte, Außentemperatur und Zustand des Akkus stark schwanken. So kann sich der Energieverbrauch durch die Fahrzeugheizung an kalten Wintertagen verdoppeln,<sup>50</sup> während herkömmliche Autos einfach die Abwärme ihres Verbrennungsmotors nutzen, um den Autoinnenraum zu heizen. Als grobe Schätzung des Energiebedarfs eines durchschnittlichen E-Autos wird für die nachstehenden Berechnungen vereinfacht der Mittelwert aus der obigen Angabe "15 bis 20 kWh pro 100 km" herangezogen, also 17,5 kWh pro 100 km oder 0,175 kWh pro km.

Im Betrachtungszeitraum von 2024 bis 2049, wenn also nur ein Teil der PKW-Flotte elektrisch angetrieben wird, nämlich im Durchschnitt 57 %, stammt auch der benötigte Strom noch teilweise aus fossil befeuerten Kraftwerken. Der Emissionsfaktor für Treibhausgas durch den so erzeugten Strommix beträgt 0,1911 t/MWh. Insgesamt verbrauchen die E-PKW, deren Fahrten wegen der zu geringen Kapazität von S 21 nicht verlagerbar sind, pro Jahr 58.167 MWh an elektrischer Energie. Über 26 Jahre betrachtet, fallen bei der Stromerzeugung 289.007 t an Treibhausgas an, also nahezu 300.000 t.<sup>51</sup> Nun werden zusätzlich die PKW-Fahrten betrachtet, die wegen der fehlenden S-Bahn-Tangente Böblingen - Flughafen - Wendlingen nicht auf die Schiene verlagert werden können. Durch diesen Autoverkehr entsteht eine weitere THG-Menge von 93.423 t.<sup>52</sup> Beide Arten des S-21-bedingten Straßenverkehrs sind zusammen für 382.430 t an THG verantwortlich, also für fast 400.000 t.

In den Jahren von 2050 bis 2053 besteht die gesamte PKW-Flotte nur noch aus Elektrofahrzeugen, deren Energiebedarf pro Jahr 102.047 MWh beträgt. In den 4 Jahren verursacht die Erzeugung des benötigten Stroms, der nun vollständig aus nicht fossilen Energiequellen (THG-Emissionsfaktor: 0,0206 t/MWh) stammt, eine Treibhausgasmenge von 8.409 t (siehe Tab.12), also gut 8.000 t.<sup>53</sup> Dieser THG-Ausstoß fällt durch die Autofahrten an, die wegen des zu kleinen S-21-Tunnelbahnhofs zwangsweise stattfinden. Durch die fehlende S-Bahn-Tangente kommen aufgrund des Strombedarfs der PKW-Fahrten auf den Fildern noch einmal knapp 3.000 t hinzu.<sup>54</sup>

Tab.12: Summenbetrachtung der THG-Emissionen durch den Autoverkehr als Folge von S 21

Szenario	Zeitraum	Antrieb	THG-Ausstoß der durch S 21 verursachten PKW-Fahrten		
			wegen S-21-Tunnelbf. (t)	wegen fehlender S-Bahn (t)	Summen (t)
konservativ	2024-2053	Verbr.-motor	3.078.900	995.269	4.074.169
progressiv	2024-2049	Verbr.-motor	1.147.403	370.904	1.518.307
	2024-2049	E-Motor	289.007	93.423	382.430
	2050-2053	E-Motor	8.409	2.718	11.127
Summe progressives Szenario:			1.444.819	467.045	1.911.864

Im konservativen Szenario erzeugen die zusätzlichen, fast ausschließlich mit Verbrennungsmotoren angetriebenen PKWs, die wegen der Kapazitätsmängel des geplanten Tunnelbahnhofs auf der Straße fahren müssen, im Laufe von 30 Jahren über 3 Millionen Tonnen Treibhausgas im Großraum Stuttgart. Hinzu kommen THG-Emissionen der Autofahrten, die wegen der fehlenden S-Bahn-Tangentialverbindung über die Filder zwangsweise stattfinden und insgesamt fast 1 Million Tonnen THG-Emissionen verursachen. Die Autofahrten des konservativen Szenarios sind also in der Summe für gut 4 Millionen Tonnen an Treibhausgas verantwortlich. Diese THG-Freisetzung ist mehr als doppelt so groß wie die Emissionen, welche das Projekt S 21 (durch Bauproduktion, Arbeits- und Transportvorgänge, Zugverkehr usw.) gegenüber dem Referenzfall ausstößt.

Betrachtet man das progressive Szenario, das entsprechend dem Klimaschutzplan der Bundesregierung die schrittweise Umstellung des PKW-Antriebs auf Elektromotoren beinhaltet, so sind die durch S 21 ausgelösten Autofahrten noch für eine Treibhausgasmenge von knapp 2 Millionen Tonnen verantwortlich - ungefähr halb soviel wie im konservativen Szenario. Rund drei Viertel dieser THG-Menge (knapp 1,5 Millionen Tonnen) gehen auf die zu geringe Kapazität des nur 8-gleisigen S-21-Tunnelbahnhofs zurück, rund ein Viertel wird durch die fehlende S-Bahn-Tangente Böblingen - Flughafen - Wendlingen und die daraus resultierenden Autofahrten verursacht.

#### **4.4. Gegenrechnung: THG-Emissionen durch zusätzliche Züge**

Die zusätzlichen Züge, welche für die Verkehrsverlagerung weg von der Straße und hin zur Schiene benötigt werden, verursachen durch die Erzeugung des Fahrstroms in den Kraftwerken ebenfalls Treibhausgase. Diese THG-Emissionen sind nun den aufgezeigten großen Treibhausgasemissionen des Planfalls durch den nicht auf die Schiene verlagerbaren PKW-Verkehr entgegenzusetzen. Hierbei handelt es sich zum einen um die zusätzlichen Regional- und Fernzüge, die im Planfall wegen des Engpasses im nur 8-gleisigen S-21-Tunnelbahnhof gar nicht fahren können. Zum anderen geht es um die S-Bahn-Züge, welche im Referenzfall die Tangentialstrecke von Böblingen/Sindelfingen über den Flughafen in den Raum Wendlingen/Nürtingen/Kirchheim benutzen werden.

##### **(1) Zusätzliche Regional- und ICE-Züge**

Die benötigte elektrische Energie der Zugfahrten wird getrennt nach Regional- und ICE-Zügen und differenziert nach den unterschiedlichen Arten von Bahnstrecken im Zulauf auf den Stuttgarter Hauptbahnhof ausgewiesen (siehe Tab.13).

Die zusätzlichen Regional- und Fernzüge benötigen pro Stunde 21.696 kWh (rund 22 MWh) an elektrischer Energie; bei 6 Spitzenstunden pro Werktag ergibt dies 130.176 kWh (rund 130 MWh). Im Laufe des Jahres - bei 250 Werktagen - summiert sich dieser Energiebedarf auf 3.2544 MWh. Über den Zeitraum von 2024 bis 2049, also 26 Jahre lang betrachtet, fällt somit ein Strombedarf von 846.144 MWh an. In den restlichen 4 Jahren der Betrachtungsperiode beträgt der Strombedarf 130.176 MWh.

Tab.13: Energiebedarf der zusätzlichen Züge pro Stunde zur Realisierung der Verkehrsverlagerung auf die Schiene ohne S 21

Zugtyp, Streckenart	Strecken- länge (km)	Energie pro km (kWh)	zusätz- liche Züge/ Stunde	Energie- bedarf/ Stunde (kWh)*
<b>Regionalzug**</b>				
relativ flache Strecke, kaum Tunnels				
- Tübingen - S Hbf	71	6	2	852
- Aalen - Stuttgart Hbf	72	6	1	432
- Crailsheim - S Hbf	97	6	2	1.164
- Heilbronn - S Hbf	53	6	2	636
- Karlsruhe - Pforz- heim - Stuttgart Hbf	87	6	4	2.088
teilweise steile Strecke, kaum Tunnels				
- Ulm - Geisl. - S Hbf	94	10	4	3.760
- Horb - Stuttgart Hbf	67	10	2	1.340
NBS mit langen Tunnels plus flache Altstrecke				
- Ulm - Wendl.- S Hbf	86	12	0	0
- Heidelberg - S Hbf	92	12	2	2.208
<b>ICE 3***</b>				
NBS mit langen Tunnels plus flache Altstrecke				
- Ulm - Wendl.- S Hbf	86	18	2	3.096
- Karlsruhe - Bruchsal - Stuttgart Hbf	88	18	1	1.584
NBS mit langen Tunnels				
- Mannheim - S Hbf	108	21	2	4.536
<b>Summe Energiebedarf</b>				
- pro Stunde				21.696 kWh
- pro Werktag				130.176 kWh
- pro Jahr (250 Werktage)				32.544 MWh
- 2024 bis 2049				846.144 MWh
- 2050 bis 2063				130.176 MWh

\* nur einfache Fahrt

\*\* 10 Doppelstockwaggons + 2 E-Loks

\*\*\* ICE 3, bestehend aus 2 Halbzügen

NBS Neubaustrecke

Datenbasis:

computergestützte Simulationen der Fahrten von Regionalzügen (je 10 Doppelstockwaggons + 2 E-Loks) und des ICE 3 (je 2 Halbzüge)

## (2) Zusätzliche S-Bahn-Züge auf der Tangentialstrecke

Tab.14: Energiebedarf\* der zusätzlichen S-Bahn-Züge\*\* auf der Tangentialstrecke

Linie Nr.	Strecken- abschnitt	Strecken- länge	-----Energiebedarf-----	
			pro Woche (MWh)	pro Jahr (MWh)
S 10	Böblingen - Kirchheim	40 km	302,1	15.709,2
S 2	Filderstadt - Nürtingen	21 km	158,6	8.247,2
S 3	Flughafen - Plochingen	26 km	196,3	10.207,6
<hr/>				
Summe				34.164,0

\* Energiebedarf pro km: 8 kWh

\*\* Anzahl Kurzzüge pro Woche je Linie: 944

Datenbasis:

computergestützte Simulationen der Fahrten von Triebzügen der Baureihe 423

Die zusätzlichen S-Bahn-Züge auf der Tangentialstrecke Böblingen - Flughafen - Wendlingen benötigen pro Jahr 34.164 MWh an elektrischer Energie. Im Zeitraum von 2024 bis 2049, also über 26 Jahre, summiert sich der Strombedarf auf 888.264 MWh, in der restlichen Betrachtungszeit von 2050 bis 2053 auf 136.656 MWh.

## (3) Summenbetrachtung der THG-Emissionen durch zusätzliche Züge

Die Erzeugung der Energie für die Regional-/Fernzüge beruht von 2024 bis 2049 teilweise noch auf fossilen Energieträgern. Sie ist für einen THG-Ausstoß von 161.698 t verantwortlich (siehe Tab.15).<sup>55</sup> In den Jahren 2050 bis 2053, wenn der Strom vollständig ohne fossile Energiequellen hergestellt wird, beträgt die Freisetzung an Treibhausgas hingegen nur noch rund 2.700 t.<sup>56</sup> Insgesamt erzeugt die Stromherstellung für die zusätzlichen Regional- und ICE-Züge, welche die notwendige Verkehrsverlagerung von der Straße auf die Schiene erst ermöglichen, einen THG-Ausstoß von 164.380 t, also deutlich unter 200.000 t (siehe Tab.15).

Was die elektrische Energie für die zusätzlichen S-Bahn-Züge auf der neuen Tangentialstrecke betrifft, so werden hierfür von 2024 bis 2049 in den Kraftwerken ebenfalls zum Teil noch fossile Quellen neben alternativen Energieträgern verwendet. Dieser Strommix ist für einen THG-Ausstoß von 169.747 t verantwortlich (siehe Tab.15).<sup>57</sup> Wenn dann in den 4 Jahren von 2050 bis 2053 keine fossilen Energieträger mehr verwendet werden, setzt die Stromerzeugung für die zusätzlichen S-Bahn-Züge nur noch knapp 3.000 t Treibhausgas frei.<sup>58</sup> In der Summe kommt durch die Stromherstellung für die S-Bahn-Züge auf der Tangentialstrecke im Betrachtungszeitraum eine THG-Menge von 172.562 t zustande, also weit unter 200.000 t.



Tab.15: THG-Emissionen durch die zusätzlichen Züge

Zugart	Zeitraum	Strom- bedarf (MWh)	THG- Emiss.- faktor (t/MWh)	THG- Ausstoß (t)
Regional-/Fernzüge	2024-2049	846.144	0,1911	161.698
	2050-2053	130.176	0,0206	2.682
Summe Regional-/Fernzüge		976.320		164.380
S-Bahn (Tangential- strecke)	2024-2049	888.264	0,1911	169.747
	2050-2053	136.656	0,0206	2.815
Summe S-Bahn				172.562
Gesamtsumme				336.942

Wie Tab.15 des weiteren zeigt, sind die THG-Emissionen durch die zusätzlichen Regional- und ICE-Züge einerseits und durch die S-Bahn-Züge auf der Tangentialstrecke andererseits in etwa gleich hoch, obwohl die Regional- und Fernzüge nur 6 Stunden am Tag von Montags bis Freitag berücksichtigt sind, während bezüglich der Tangential-S-Bahn der volle Betrieb an jedem Tag während der ganzen Woche zugrunde gelegt wird.

Insgesamt verursachen die zusätzlichen Züge, die beim Projekt S 21 nicht, aber im Referenzfall sehr wohl fahren können, einen THG-Ausstoß von etwas mehr als 300.000 t. Doch diese Menge ist äußerst gering, gemessen an den Treibhausgasemissionen des Autoverkehrs, der ohne diese Züge zwangsweise stattfinden würde. Dieser Aspekt wird nachstehend in einer Treibhausgas-Bilanz behandelt.

#### **4.5. Treibhausgas-Bilanz der durch S 21 verursachten Autofahrten: Planfall versus Referenzfall**

Im Folgenden sollen die THG-Emissionen des im Planfall verursachten Autoverkehrs dem Treibhausgasausstoß gegenübergestellt werden, der durch die zusätzlichen Züge verursacht wird. Diese Regional-, Fern- und S-Bahn-Züge sind die Voraussetzung dafür, dass die genannte Verlagerung von der Straße auf die Schiene überhaupt zustande kommt. Hierbei wird der THG-Ausstoß der PKW-Fahrten wieder getrennt nach dem konservativen Szenario (weiterhin Dominanz des Verbrennungsantriebs) und dem progressiven Szenario (Umstellung auf den elektrischen Antrieb bis 2050) betrachtet, während es hinsichtlich des vollelektrischen Zugbetriebs nur eine einheitliche Betrachtung gibt.

Selbst wenn man die Treibhausgasemissionen der zusätzlichen Züge gegenrechnet, zeigt sich, dass der größte Teil der sonst anfallenden Emissionen durch die Verkehrsverlagerung von der Straße auf die Schiene vermieden wird: Beim konservativen

Szenario beträgt das Einsparpotential an Treibhausgas fast 3,8 Millionen Tonnen (92 %), beim progressiven Szenario lassen sich THG-Emissionen von immerhin fast 1,6 Millionen Tonnen (82 %) einsparen (siehe Tab.16).

Tab.16: THG-Emissionen der durch S 21 verursachten Autofahrten abzügl. der THG-Emissionen durch zusätzliche Züge im Referenzfall

	konservatives Szenario	progressives Szenario
durch S 21 verursachte PKW-Fahrten (Planfall)	4.074.169 t	1.911.864 t
zusätzliche Regional-, Fern-, S-Bahn-Züge im Referenzfall	336.942 t	336.942 t
<b>THG-Vermeidung im Referenzfall im Vergleich zu S 21</b>		
- absolut	3.737.227 t	1.574.922 t
- prozentual	92 %	82 %

#### 4.6. Baumaßnahmen zur Nutzung der maximalen Kapazität des Kopfbahnhofs im Referenzfall

Im Referenzfall ist zum einen der Neubau der tangentialen S-Bahn-Strecke von Filderstadt nach Wendlingen mit 2-gleisigem Ausbau des Abschnitts Flughafen - Filderstadt erforderlich. Zum anderen sind auf den Zulaufstrecken zum Hauptbahnhof einige Baumaßnahmen wünschenswert, damit die genannte hohe Zahl an zusätzlichen Zügen während des Spitzenverkehrs von Montag bis Freitag im Hauptbahnhof tatsächlich realisierbar ist. Denn die heutigen Strecken erweisen sich in diesem Fall als limitierende Faktoren, aber nicht der 17-gleisige Kopfbahnhof. Folgende Maßnahmen sind zu nennen:

- Wie schon im Konzept "Umstieg 21" vorgeschlagen, ist der Bau eines 5. und 6. Gleises von Stuttgart Hbf bis zur Abzweigung der ICE-Strecke Richtung Mannheim nördlich Zuffenhausen inkl. einer zusätzlichen Röhre des Pragtunnels für zwei weitere Gleise erforderlich. Inzwischen schlägt selbst Prof. Heimerl, der häufig als geistiger Vater von Stuttgart 21 betrachtet wird, nördlich des Stuttgarter Hauptbahnhofs zwei zusätzliche Gleise für das Tunnelprojekt S 21 vor.<sup>59</sup>
- Auch die Strecke vom Hauptbahnhof bis Bad Cannstatt benötigt ein 5. und 6. Gleis, um zusätzliche Züge bewältigen zu können. Eine Möglichkeit, um diese beiden Gleise zu schaffen, bietet der historische, aber bereits 1915 stillgelegte Rosensteintunnel (nördlich des heutigen Rosensteintunnels). Dieser alte Tunnel könnte entsprechend dem Konzept "Umstieg 21" für die S-Bahn wieder eröffnet werden. Dadurch wird das heutige S-Bahn-Gleispaar für Regional- und Fernzüge frei, so dass diesen beiden Zugarten nun 4 Gleise bis Bad Cannstatt zur Verfügung stehen.

■ Die Strecke Untertürkheim - Plochingen ist auf Richtungsbetrieb umzustellen, um eine höhere Streckenkapazität zu erreichen. Richtungsbetrieb bedeutet, dass zwei Gleise derselben Fahrtrichtung neben einander liegen wie die beiden Fahrspuren einer Richtung auf einer 4-spurigen Schnellstraße oder Autobahn. Im Richtungsbetrieb der Eisenbahn können Züge über entsprechende Weichenverbindungen direkt auf das Nachbargleis derselben Fahrtrichtung überwechseln, um beispielsweise einen langsamer fahrenden Zug zu überholen. Heute hingegen besteht zwischen Untertürkheim und Plochingen der Linienbetrieb: Das westliche Gleispaar ist der S-Bahn plus einzelnen Regionalzügen - meist nach bzw. von Tübingen - vorbehalten; das östliche Gleispaar dient den Regional- und Fernzügen. Damit ein Zug überhaupt auf das parallele Gleis seiner Fahrtrichtung überwechseln kann, muss er ein Gleis der Gegenrichtung kreuzen. Bei hohem Zugaufkommen, wie dies zwischen Untertürkheim und Plochingen grundsätzlich der Fall ist, scheidet ein solcher Gleiswechsel im Regelbetrieb aus. Der auf Richtungsbetrieb umzustellende Abschnitt benötigt am Anfang (nördlich des Bf Untertürkheim) wie auch am Ende (südlich des Bf Plochingen) einen grundlegenden Umbau der Gleisführung mit neuen Überwerfungen, um eine Ein- bzw. Ausfädelung der Gleise ohne Fahrstraßenkreuzungen zu schaffen - auch für Güterzüge. Insbesondere die Verzweigung in die beiden Strecken nach Tübingen und nach Göppingen in Plochingen ist kreuzungsfrei umzugestalten.

■ Im anschließenden Abschnitt von Plochingen bis zur Abzweigung auf die Neubaus Strecke nach Ulm (südlich Wendlingen) sind mehrere Überwerfungsbauwerke zur kreuzungsfreien Ein- bzw. Ausfädelung von S-Bahn-Gleisen (Tangentiale Strecke, S 1 nach Kirchheim/Teck) erforderlich, zwei zusätzliche Streckengleise sind wünschenswert. Anders sind die hohen Zugzahlen, die sich auf diesem Streckenstück durch die Überlagerung von S-Bahn-, Regional- und ICE-Zügen besonders im Spitzenverkehr ergeben, ohne ständige Verspätungen kaum zu bewältigen.

■ Die im Rahmen von S 21 unter dem Namen "Güterzugesanbindung" nur 1-gleisig geplante Verbindungskurve zwischen der Bahnstrecke Plochingen - Tübingen und dem Westportal des Albvorlandtunnels der NBS Wendlingen - Ulm benötigt ein zweites Streckengleis, damit hier ICE-Fahrten nach dem Vorschlag "Umstieg 21" sowie Fahrten von Regionalzügen problemlos stattfinden können. Wie Tab.10 zeigt, ist mit bis zu 6 Zügen pro Stunde und Richtung auf dieser rund 1 km langen Strecke zu rechnen, wenn die Kapazität des vorhandenen Stuttgarter Kopfbahnhofs voll genutzt wird.

■ Auf den 1-gleisigen Abschnitten der Gäubahn zwischen Horb und Hattingen (Baden) und der Murraltalbahn zwischen Backnang und Schwäbisch Hall-Hessental sind neue 2-Gleis-Abschnitte für Zugbegnungen einzurichten - Maßnahmen die bereits heute und auch bei S 21 notwendig wären, um die vorhandene hohe Verspätungsanfälligkeit abzubauen

■ Auf allen Zulaufstrecken zum Stuttgarter Hbf, sofern sie von zusätzlichen Regional- und Fernzügen benutzt werden sollen, ist eine Verdichtung der Blockteilung notwendig, damit kürzere Zugfolgen als heute möglich werden. Hierfür werden zusätzliche Signale benötigt.

Bei den genannten Maßnahmen handelt es sich überwiegend um Gleis- und Signalarbeiten ohne betonintensive Kunstbauwerke. Lediglich beim Bau von Überwerfungen in Untertürkheim und Plochingen sowie in Wendlingen wie auch bei der Erweiterung des Pragtunnels um eine zusätzliche Röhre fallen Treibhausgasemissionen in nennenswerten Mengen an. Hinzu kommt der Aus- bzw. Neubau von zwei Tunnels zur Schaffung der S-Bahn-Tangentialstrecke über die Filder. Gemessen an den THG-Emissionen der Infrastruktur für S 21 verursachen die Bauwerke inkl. Schienen und Schwellen im Referenzfall weniger als ein Zehntel an Treibhausgas (siehe Tab.2). Denn hierbei handelt es sich - anders als bei den langen Tunnels von S 21 - um punktuelle Bauwerke. Diesem marginalen THG-Ausstoß steht zugleich eine Einsparung an Treibhausgas gegenüber, die um eine Zehnerpotenz größer ist, weil durch die genannten Maßnahmen des Referenzfalls eine Vielzahl von treibhausgasintensiven Fahrten per PKW vermieden wird, die im Planfall wegen dessen Kapazitätsmängel im Tunnelhauptbahnhof und der fehlenden S-Bahn-Spange via Filder nicht auf den Zug verlagerbar sind und somit zwangsweise auf der Straße stattfinden müssen.

## 5. Mögliche Umnutzung der bereits vorgetriebenen Tunnels

### 5.1. Vorbemerkungen

Einige der im Rahmen von S 21 geplanten Tunnels wurden bereits teilweise vorge- trieben. Aber bei den Tunnels zur Flughafen- anbindung, am Nord- und Südkopf des unterirdischen Hauptbahnhofs und bei einem kurzen Stück S-Bahn-Tunnel in der Nähe des Hauptbahnhofs wurde mit dem Bau noch gar nicht begonnen. Nach dem jetzigen Stand der Bauarbeiten fehlen noch rund 45 % aller Tunnelstrecken.<sup>60</sup>

Ohnedies steht bei allen schon existierenden Tunnelabschnitten die streckenseitige Ausrüstung (Gleise, Oberleitungen, Signale etc.) noch vollständig aus, so dass es sich hierbei lediglich um Tunnelrohbauten handelt. Dieser fehlende Innenausbau der Tunnels ist - wie bekanntlich bei Gebäuden - sehr zeit- und arbeitsintensiv und verursacht beträchtliche Kosten.

An dieser Stelle drängt sich zweifellos die Frage auf, ob es denn überhaupt noch sinnvoll sei, das Projekt S 21 kritisch zu betrachten, insbesondere den Treibhausgasausstoß zu untersuchen. Denn große Mengen der anfallenden Treibhausgase seien aufgrund des fortgeschrittenen Bauzustandes bereits in die Umwelt entwichen; und es sei zu befürchten, dass der Tunnelbau trotz aller Einwände bis zum Ende "durchgezogen" werde. Gegen diese Argumente läßt sich anführen, dass der Tunnelbau (Produktion des benötigten Materials, Einsatz von Baumaschinen und -fahrzeugen, siehe Kapitel 3.2) nicht die einzige THG-Quelle ist. Vielmehr kommen später der Unterhalt und Betrieb der Anlagen sowie der Zugverkehr in den Tunnels hinzu, und das über einen langen Zeitraum (siehe Kapitel 3.3 bis 3.6). Selbst wenn die reinen Bauarbeiten abgeschlossen und nicht abgebrochen werden, besteht eine Chance, dass die im Rahmen von S 21 geschaffene Tunnelrohbauten gar nicht dem geplanten Zugverkehr übergeben werden, sondern die heutigen Bahnanlagen mit ihrer weitaus größeren Kapazität weiter nutzbar bleiben. Wenn dieser Fall eintritt, entfallen zumindest alle weiteren THG-Emissionen, die durch Unterhalt und Betrieb der Tunnels sowie durch den Zugverkehr in den Tunnelröhren verursacht würden. Ebenso werden große Mengen an Treibhausgas vermieden, die sonst entstehen würden, weil der zu kleine unterirdische Hauptbahnhof zu den Tageszeiten des Pendlerverkehrs gar nicht so viele Züge aufnehmen könnte, wie dies für eine nennenswerte Verlagerung vom Auto zum Zug erforderlich wäre (siehe Kapitel 4).

Allerdings drohen die so geschaffenen Tunnelrohbauten zu Bauruinen zu werden, die nutzlos im Stuttgarter Untergrund existieren. Um dies zu verhindern, gilt es alle Möglichkeiten für eine Umnutzung der schon gebauten (und eventuell noch zu bauenden) Tunnelabschnitte auszuloten. Es handelt sich in gewissem Sinne um die Weiterführung der Gedanken des Konzepts "Umstieg 21".

## 5.2. Umnutzbare Abschnitte von S 21

Alle für den Eisenbahnverkehr vorgesehenen oder bereits geschaffenen Bauwerke bzw. Abschnitte von S 21 sind prinzipiell für eine alternative Nutzung geeignet. Hierbei handelt es sich, im Uhrzeigersinn betrachtet, um folgende Komponenten des Projekts:

- (1) Baugrube für den Hauptbahnhof (Hbf)
- (2) Südkopf und Nordkopf des Hbf
- (3) Tunnelstrecke Hbf - Feuerbach
- (4) neue Fernbahnstrecke Hbf - Bad Cannstatt (mit Rosensteintunnel)
- (5) neue S-Bahn-Strecke Hbf - Mitternachtstraße - Bad Cannstatt (mit Rosensteintunnel)
- (6) neue Fernbahnstrecke Hbf - Unter-/Obertürkheim (mit Tunnels bis östlich des Neckars)
- (7) Fildertunnel vom Hbf Richtung Flughafen
- (8) Aus- und Einschleifung zum/vom Flughafen-Fernbahnhof
- (9) neue Fernbahnstrecke entlang der A 8 bis Neckarbrücke Wendlingen (weitgehend oberirdisch)
- (10) neue Strecken "Rohrer Kurve" und "Flughafenkurve" (letztere im Tunnel) zur Anbindung der Gäubahn an Flughafen und Messe und an die Fernbahnstrecke Richtung Hbf.

## 5.3. Nutzung für den Zugverkehr

Wenn Stuttgart 21 rechtzeitig gestoppt wird, lassen sich für den Zugverkehr nur die Ostabschnitte der Strecken (4) und (5), also die beiden neuen Tunnels unter dem Rosensteinpark, der Ostabschnitt der Strecke (9) Richtung Wendlingen sowie die Rohrer Kurve als Teil von (10) nutzen. Alle anderen Strecken bzw. Streckenabschnitte setzen hingegen voraus, dass die Tunnelstation Hbf tatsächlich in Betrieb genommen wird, was es zu verhindern gilt. Im folgenden wird kurz beschrieben, auf welche Art und Weise die genannten Teilstrecken für den Eisenbahnverkehr nutzbar sein könnten.

## Neue Fernbahn- und S-Bahn-Tunnels unter dem Rosensteinpark

Die im Bau befindlichen beiden Strecken für die Fernbahn und S-Bahn Richtung Bad Cannstatt, die nach der Neckarquerung in den Nordwestkopf des Bf Bad Cannstatt münden, schaffen die Chance zu einer deutlichen Kapazitätsausweitung und Angebotsverbesserung im Stuttgarter Eisenbahnsystem. Es bietet sich an, die heutigen beiden S-Bahn-Gleise zwischen Hbf und Bad Cannstatt zukünftig für Fern- und Regionalzüge zu verwenden, so dass hier für diese beiden Zugarten vier statt nur zwei Gleise zur Verfügung stehen. Das heutige Gleispaar der S-Bahn stellt eine ideale Zulaufstrecke zu den nördlichen Bahnsteiggleisen des Kopfbahnhofs dar und verdoppelt die Kapazität im Regional- und Fernverkehr des Abschnitts Hbf - Bad Cannstatt. Als Ersatz für die heutige S-Bahn-Trasse zwischen Hbf und Bad Cannstatt lassen sich zwei der vier geplanten neuen Gleise in den Tunnelröhren unter dem Rosensteinpark bis zum Nordwestkopf des Bf Bad Cannstatt verwenden. Die beiden anderen Gleise im neuen Tunnelabschnitt unter dem Rosensteinpark sind allerdings noch durch eine teilweise unterirdische Verbindungskurve mit der vorhandenen S-Bahn-Strecke südlich des Pragtunnels zu verknüpfen, wobei diese Verbindungskurve einen eigenen Haltepunkt Nordbahnhof einschließen sollte, entsprechend der Option "T-Spange" des Projekts S 21. Der neue Haltepunkt wird wegen des Höhenunterschieds zwischen dem neuen Rosensteintunnel und der heutigen S-Bahn-Trasse voraussichtlich in einem nach oben offenen Trog liegen.

Durch diese Umnutzung der Tunnelrohbauten westlich von Bad Cannstatt ergeben sich mehrere große Vorteile für die Benutzer des Stuttgarter S-Bahn-Systems:

- (1) Es wird endlich die bislang fehlende Infrastruktur für Übereck- oder Tangentialverbindungen der S-Bahn zwischen Bad Cannstatt und Nordbahnhof geschaffen: Fahrgäste, die heute zwischen den östlichen Ästen der Linien S 1, S 2 oder S 3 einerseits und den nördlichen bzw. östlichen Ästen der Linien S 4, S 5 oder S 6 andererseits unterwegs sind, ersparen sich im Gegensatz zur Situation bei Verwirklichung von S 21 zukünftig die Umwegfahrt mit zwangsweisem Umsteigen am Hbf bzw. an der Mittnachtstraße. Durch diese Übereckverbindungen, die schon früher auch vom VCD Stuttgart und vom verstorbenen Direktor des Verbandes Region Stuttgart, Bernd Steinhilber, als sehr vorteilhaft dargestellt worden waren, erhöht sich nicht nur der Reisekomfort, sondern auch die Fahrzeit wird verkürzt.
- (2) Die so entstehende ypsilonförmige Gleiskonfiguration mit vier Streckengleisen führt zu einer Kapazitätsverdopplung im S-Bahn-Abschnitt westlich von Bad Cannstatt.
- (3) Im Bf Bad Cannstatt entsteht für die S-Bahn ein 4-Gleis-System. Wenn man außerdem in diesem Bahnhof das südöstliche Gleisvorfeld der S-Bahn entsprechend umbaut und das heutige Gleis 5 für die S-Bahn reserviert, wird ein paralleler S-Bahnverkehr mit zeitgleichem Umsteigen am selben Bahnsteig zwischen Zügen derselben Fahrtrichtung möglich. Dies läßt sich an folgendem Beispiel verdeutlichen: Ein S-Bahn-Zug aus Richtung Plochingen mit Fahrt in Richtung Hbf fährt und hält parallel zu einem S-Bahn-Zug, der aus Richtung Waiblingen kommt und auf einen Streckenast der S 4, S 5 oder S 6 nördlich des Nordbahnhofs übergeht.

(4) Auch die im Konzept "Umstieg 21" vorgeschlagene S-Bahn-Linie auf der Gäubahn-Panoramastrecke kann von bzw. nach Bad Cannstatt durchgebunden werden, wenn in der Nähe des Nordbahnhofs eine weitere Gleisverbindung zwischen der heutigen Gäubahn und dem neuen Rosensteintunnel gebaut wird.

#### Rohrer Kurve und Ostabschnitt der ICE-Strecke Richtung Wendlingen

Im Rahmen von "Umstieg 21" wird u.a. eine tangentielle S-Bahn-Linie S 10 vorgeschlagen, die von Herrenberg über Böblingen und die geplante Rohrer Kurve verläuft und hier die Gleise der Flughafen-S-Bahn erreicht. Diese neue Linie benutzt laut "Umstieg 21" die vorhandene, aber auf durchgehend zwei Gleise auszubauende S-Bahn-Trasse bis Filderstadt. Ab hier ist eine S-Bahn-Neubaustrecke via Neuhausen bis zur Autobahn A 8 Nähe Raststätte Denkendorf erforderlich. Im weiteren Verlauf kann die im Rahmen von S 21 geplante ICE-Strecke Richtung Wendlingen in eine S-Bahn-Trasse umgewidmet werden; soweit diese Bahnstrecke schon realisiert ist, läßt sie sich ohnedies für den S-Bahn-Verkehr nutzen, was insbesondere für die im Bau befindlichen bzw. schon fertiggestellten Talbrücken über das Denkendorfer Tal und das Sulzbachtal gilt.

### **5.4. Nutzung für andere Verkehrsarten**

#### Baugrube des unterirdischen Hauptbahnhofs

Die bereits ausgehobene Baugrube für den geplanten, im Untergrund liegenden Hauptbahnhof läßt sich, wie im Rahmen von "Umstieg 21" vorgesehen, sehr gut für andere Zwecke verwenden:

- zum einen als neuer Zentraler Omnibusbahnhof (ZOB) für Stuttgart, nachdem der unmittelbar neben dem Hbf und somit ideal gelegene alte ZOB für das Projekt S 21 zerstört und an den Stadtrand (zum Flughafen Stuttgart) verdrängt worden war
- zum zweiten als geräumige Garage für Fahrräder, die ideale Zubringerfahrzeuge zu den Zügen sind
- zum dritten als Tiefgarage für die PKWs von Eisenbahnfahrern, die mit dem Auto zum Bahnhof und am Ende der Reise so auch wieder zurück nach Hause fahren wollen.

Wenn der ursprüngliche Gleis- und Bahnsteigbereich des Hbf wieder hergestellt wird und hierbei die Prellböcke wieder an ihre ursprüngliche Position zurückversetzt werden, nachdem die Baugrube verschlossen ist, liegen der ZOB, die Fahrradgarage und das PKW-Parkdeck direkt unter den Bahnsteigen. Der Weg vom Zubringerbus, vom abgestellten Fahrrad oder von geparkten Auto zum Zug ist über Aufzüge, Rolltreppen und feste Treppen äußerst kurz und bedeutet nur einen minimalen Zeitaufwand; wer umgekehrt aus dem ankommenden Zug aussteigt, findet sein Anschlußverkehrsmittel direkt unter dem Bahnsteig vor.



## Nord- und Südkopf des unterirdischen Hauptbahnhofs

Durch die oben beschriebene dreifache Umnutzung der Hauptbahnhofbaugrube wäre der ungefähr 900 Meter lange und bis zu 80 Meter breite Hohlraum noch längst nicht ausgenutzt. Hier wäre noch ausreichend Raum für ein City-Logistik-Terminal oder sogar für zwei derartige Terminals: Waren und sonstige Güter, die im Stuttgarter Talkessel ausgeliefert oder auch eingesammelt werden, können hier direkt zwischen großen Elektro-LKWs (für den Ferntransport) auf der einen Seite und kleinen elektrischen Lieferwagen (für den Stadtverkehr) auf der anderen Seite umgeladen werden. Der Elektroantrieb von großen LKWs wird in wenigen Jahren Stand der Technik sein; elektrische Klein-LKWs wie der Streetscooter der Deutschen Post werden bereits in Serie gebaut. Deshalb ist es naheliegend, die vor Ort abgasfreie und relativ geräuscharme Antriebstechnik des Elektromotors für die unterirdischen Güterterminals vorzusehen.

## Tunnelstrecken vom Hbf nach Feuerbach, Unter-/Obertürkheim und Richtung Flughafen

Die Tunnelstrecken vom Hbf nach Feuerbach, nach Ober-/Untertürkheim und zum Flughafen (Fildertunnel, Flughafenkurve) lassen sich anstelle von Gleisen mit Fahrbahnen für Elektrobusse ausrüsten. Dasselbe gilt für den oberirdischen Abschnitt zwischen Fildertunnel und Flughafenkurve. Für die Stromversorgung der elektrisch betriebenen Busse gibt es zwei prinzipielle Möglichkeiten: entweder 2-polige Oberleitungen oder Batterien. Der Oberleitungsbus (Obus) ist technischer Stand seit über 100 Jahren und wird innerhalb von Deutschland in Eberswalde, Esslingen und Solingen im Linienbetrieb eingesetzt. Der batteriebetriebene Elektrobus findet dank der großen technischen Fortschritte auf dem Gebiet der aufladbaren Batterien (Akkumulatoren) weltweit eine wachsende Verbreitung, vor allem in den abgasgeplagten Megastädten in China. In zahlreichen deutschen Großstädten werden Batteriebusse zumindest versuchsweise eingesetzt.

Die Omnibustunnels könnten durch relativ kurze, neu zu bauende Rampenstrecken kreuzungsfrei an die benachbarten Bundesstraßen bzw. Autobahnen angebunden werden:

- der neue Tunnel Hbf - Feuerbach nördlich des Bf Feuerbach an die B10/B27
- der neue Tunnel Hbf - Unter-/Obertürkheim nördlich des Bf Untertürkheim an die B14 und westlich des Neckars an die B10
- der Fildertunnel beim "Echterdinger Ei" an die B27.

Dadurch entstehen kreuzungsfreie Busfahrbahnen. Auf diesen gelangen Expressbusse - ohne in Staus zu geraten und ohne Umwege - vom ZOB unter dem Hbf aus auf die wichtigsten Fernstraßen inkl. Autobahnen; umgekehrt können sie den ZOB hindernis- und staufrei anfahren. Derartige Buslinien stellen somit attraktive Angebote als Alternative zum Autofahren dar und schaffen Verbindungen zwischen dem Stuttgarter Hbf bzw. ZOB und solchen Städten, die keine oder zumindest keine konkurrenzfähige Eisenbahnverbindung zur Landeshauptstadt haben.

Es bietet sich an, vom Tunnel Flughafenkurve aus eine Rampe an die Oberfläche vor dem Terminal des Airports zu bauen, so dass Omnibusse das Flughafengebäude direkt erreichen. Unterstellt man für die mögliche Express-Buslinie ZOB/Hbf - Flughafen (rund 13 km Streckenlänge) eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 80 km/h, so gelangt man vom Hbf aus in knapp 10 Minuten zum Eingangsbereich des Flughafen-terminals. Dagegen wären beim Projekt S 21 vom geplanten ICE-Bahnhof Flughafen/Messe aus (der in 250 Meter Entfernung und in 26 Meter Tiefe liegen soll) zusätzliche Fußwege inkl. Aufzugfahrten notwendig. Dies würde den Zeitaufwand vom Hbf bis zum Terminal des Airports auf 13 bis 15 Minuten anheben,<sup>61</sup> von der mangelhaften Bequemlichkeit dieser langen Wege ganz zu schweigen. Zugleich bietet eine solche Buslinie eine größere Fahrtenhäufigkeit, verglichen mit der Zahl der Zugfahrten zwischen Hbf und Flughafen. Die Busse mit ihrem wesentlich dichteren Takt stellen somit in Kombination mit der bereits genannten kürzeren Anreisezeit zum Airport ein sehr viel besseres Angebot dar als der Zugverkehr via Fildertunnel.

Die Bauarbeiten am unterirdischen Hbf für die Tunnelbereiche des Nord- und Südkopfs haben noch nicht begonnen. Hier sind relativ kleine Baumaßnahmen erforderlich und auch problemlos durchzuführen, um den ZOB mit den drei Omnibus-Tunnels Richtung Feuerbach, Unter-/Obertürkheim und Flughafen zu verknüpfen.

Die drei genannten S-21-Tunnels könnten als zweite Möglichkeit oder auch zusätzlich von Elektro-LKWs benutzt werden, und zwar als An- und Abfahrtsrouten zum City-Logistik-Terminal (siehe oben). Diese LKWs werden dann auf den oberirdischen Straßen gar nicht mehr in Erscheinung treten. Hinsichtlich der Antriebstechnik der E-LKWs gilt dasselbe wie für Elektro-Omnibusse: Stromzuführung durch Oberleitung oder aufladbare Batterien.

Die dritte Möglichkeit zur Umnutzung der S-21-Tunnels stellen Elektro-PKWs dar, die mit der Zukunftstechnik für autonomes Fahren ausgerüstet sind. Durch diese Technik wird die Unfallgefahr verringert, die sonst von der Monotonie beim Fahren im relativ dunklen, weitgehend geradlinigen Straßentunnel ausgeht. Zugleich verhindert der automatisierte PKW-Fahrbetrieb weitgehend Behinderungen der im selben Tunnel fahrenden E-Omnibusse und E-LKWs. Doch die Nutzung der S-21-Tunnels durch (autonom fahrende) E-Autos ist nur dann zu rechtfertigen, wenn es gelingt, in einem politischen "Deal" den parallel vorhandenen Straßenraum an der Oberfläche zurückzubauen. Denn sonst würde insgesamt nur die Verkehrsfläche und die Zahl der Fahrspuren vergrößert, so dass für die Autofahrer geradezu ein Anreiz zur vermehrten PKW-Benutzung entstehen würde.

## 5.5. Nutzung für verkehrsfremde Zwecke

Wenn man die Tunnels des Projekts S 21 nicht für die genannten Verkehrsarten verwenden will, kommen auch ganz andere Nutzungen in Frage. Dies gilt vor allem für die Tunnelabschnitte, für die oben noch keine Umnutzung genannt ist wie z.B. für den Westteil des Fernbahntunnels Hbf - Bad Cannstatt und für den Fernbahntunnel inkl. Fernbahnhof am Flughafen. Hinsichtlich der Nutzung dieser Tunnelabschnitte für verkehrsfremde Zwecke sind - ohne Anspruch auf Vollständigkeit - insbesondere die folgenden Varianten denkbar:

- (1) Leitungen aller Art (für Strom, Telekommunikation, Datenübertragung, Gas, Trinkwasser, Abwasser, Fernwärme)
- (2) Aufbewahrung von temperatur- oder nässeempfindliche Stoffen, Geräten, Gegenständen, Lebensmitteln, z.B. auch Wein in Fässern oder Tanks
- (3) Räume zur gewerblichen oder privaten Einlagerung von Waren oder Gegenständen, insbesondere Möbel, meist für eher kurze Zeiträume; diese Mietlagerung wird häufig als "Self storage" bezeichnet
- (4) Magazine für Museen, Räume für sonstige kulturelle Einrichtungen und Initiativen, z.B. Rock-Club "Die Röhre"
- (5) Räume für Forschungseinrichtungen (z.B. Institute der Universität, private Institute und Labors), die auf konstante Umgebungstemperaturen, Erschütterungsfreiheit und ähnliche Bedingungen angewiesen sind, aber kein Tageslicht benötigen
- (6) Schutzräume für die Bevölkerung im Katastrophenfall.

Wenn die Variante (1) verwirklicht wird, entfallen die sonst in relativ kurzen Zeitabständen üblichen Grabungsarbeiten auf Straßen, Rad- und Gehwegen, um neue Leitungen zu verlegen, schadhafte Leitungen zu reparieren oder ganz auszutauschen. Denn in den großen Tunnelröhren sind die verlegten Leitungen jederzeit und sehr einfach zugänglich und lassen sich fast beliebig erweitern. Indem somit auf das häufige Aufgraben verzichtet wird, werden die sonst entstehenden Belästigungen und Schädigungen von Anwohnern und Umwelt durch Lärm, Abgase, Feinstaub und Strassensperrungen sowie die Treibhausgasemissionen durch Grabungsarbeiten vermieden. Es ist hierbei auch möglich, Leitungen und Busfahrbahnen im Tunnel zu kombinieren, also innerhalb der vorgeschlagenen Omnibustunnels zusätzlich Leitungen zu verlegen. Denn ein fahrender Omnibus füllt wegen seiner geringeren Breite und Höhe den Lichtraum des Tunnels weitaus weniger aus als ein Zug.

Im Fall der Varianten (2) und (5) kann der Bau von Gebäuden eingespart werden, die sonst an der Oberfläche als Speicher- oder Lagerräume, für kulturelle Einrichtungen und für Forschungsinstitute benötigt würden. Dadurch wird der beim Bau solcher Gebäude anfallende Treibhausgasausstoß vermieden. Dasselbe gilt für die Schutzräume (Variante 6).

## 5.6. Schlußfolgerungen

Durch die Umnutzung der bereits vorgetriebenen Tunnels des Projekts S 21 können zwar die THG-Emissionen nicht rückgängig gemacht werden, die bei den getätigten Bauarbeiten und durch die Produktion des Baumaterials inzwischen angefallen sind. Aber es lassen sich zum einen die Treibhausgase vermeiden, die durch Unterhalt und Betrieb der Tunnels und durch den Zugverkehr ausgestoßen würden, wenn diese Umnutzung nicht stattfinden würde. Zum anderen können Flächen, die sonst für andere Zwecke verwendet würden, geschont und der Natur zurückgegeben werden. Wenn im Rahmen dieser Renaturierung schließlich Aufforstungen stattfinden, leisten die gepflanzten Bäume und Sträucher dank ihrer Photosynthese einen Beitrag zum Abbau der Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre und verbessern das Stadtklima im Stuttgarter Talkessel. Zugleich nimmt die Lebensqualität für die nicht-automobile Bevölkerung zu. Indem die bereits vorgetriebenen Tunnels für verkehrsfremde Zwecke umgenutzt werden, können die sonst benötigten Bauwerke (z.B. Lager- und Schutzräume) eingespart werden, so dass der Energiebedarf reduziert und die Emissionen von großen Mengen an Abgasen, Feinstaub und Treibhausgasen vermieden wird. Eine entsprechende Bilanz der THG-Emissionen aufzustellen, ist allerdings nicht Gegenstand der vorliegenden Studie.

## 6. Gesamtbetrachtung der Treibhausgasemissionen und Fazit der Untersuchung

Wenn man alle Treibhausgasquellen berücksichtigt - von der Baumaterialherstellung über die Arbeits- und Transportvorgänge, den Unterhalt und Betrieb, die Zugfahrten in den neuen Tunnels bis zum nicht auf die Schiene verlagerbaren Autoverkehr - führt das tunnelintensive Projekt Stuttgart 21 zu Treibhausgasemissionen von rund 5,6 Millionen Tonnen (konservatives Szenario) bzw. rund 3,5 Millionen Tonnen (progressives Szenario), wie die folgende Tabelle zeigt.

Tab.17: Endsummen der THG-Emissionen durch Stuttgart 21 (Planfall abzügl. Referenzfall)

	---Treibhausgasemissionen---	
	konservatives Szenario	progressives Szenario
Bau, Betrieb, Unterhalt, Zugverkehr	1.884.533 t	1.884.533 t
nicht verlagerbare PKW-Fahrten	3.737.227 t	1.574.922 t
<b>Summen</b>	<b>5.621.760 t</b>	<b>3.459.455 t</b>

Bei diesen Treibhausgasmengen, die durch S 21 direkt oder indirekt freigesetzt werden, handelt es sich um relativ abstrakte Größen. Um diese zu veranschaulichen, wird zum Vergleich der THG-Ausstoß aller in Stuttgart zugelassener PKWs herangezogen:

In Stuttgart sind heute knapp 300.000 PKWs zugelassen.<sup>62</sup> Bei einer Durchschnittsfahrleistung von rund 14.000 km pro Jahr<sup>63</sup> und einer durchschnittlichen Besetzung von 1,5 Personen ergibt sich eine Durchschnittsverkehrsleistung von 21.000 Personenkilometern pro PKW. Da der THG-Emissionsfaktor für das durchschnittliche Auto - mit Verbrennungsmotor - bei 146,6 g pro Personenkilometer liegt,<sup>64</sup> stößt jeder PKW im Durchschnitt pro Jahr 3,08 Tonnen Treibhausgas aus; alle Stuttgarter PKWs zusammen erzeugen dann jährlich 888.956 Tonnen oder gerundet 900.000 Tonnen Treibhausgas. Der THG-Ausstoß von rund 5,6 Millionen Tonnen bzw. rund 3,5 Millionen Tonnen durch Stuttgart 21 ist also mehr als 6-mal so groß (konservatives Szenario) bzw. fast 4-mal so groß (progressives Szenario) wie die Treibhausgasmenge, welche die Stuttgarter Autos jährlich in die Atmosphäre freisetzen. Bedenkt man, dass bei dieser Betrachtung nur ein Zeitraum von 30 Jahren für den Zugbetrieb in den Tunnels und den Fahrbetrieb auf den Straßen zugrunde gelegt ist, so dürfte in der Realität die durch S 21 verursachte Treibhausgasmenge noch wesentlich größer sein. Denn die Haltbarkeit von Tunnels - außerhalb des quellfähigen Anhydrits - wird mit 60 bis 100 Jahren angesetzt, also doppelt bis mehr als dreimal so lang wie der Zeitraum der vorliegenden Untersuchung.

Dieser riesige Ausstoß an Treibhausgas als zwangsläufige Folge des Projekts S 21 widerspricht völlig dem auf der Klimakonferenz Ende 2015 in Paris bekundeten Ziel, dass der durch menschliche Aktivitäten verursachte Treibhauseffekt allmählich zu stoppen und hierfür die Verwendung von fossilen Energieträgern schrittweise gegen Null zu reduzieren ist.

Darüberhinaus ist das Projekt Stuttgart 21 keine angemessene Reaktion auf die seit Jahrzehnten im Großraum Stuttgart stattfindende Wirtschafts- und Siedlungsentwicklung, deren Schwerpunkt auf der Gäu-Filder-Neckar-Achse von Herrenberg über Böblingen/Sindelfingen und Filderstadt bis Wendlingen/Kirchheim/Nürtingen liegt. Statt in dieser wichtigen Relation die Schieneninfrastruktur auszubauen, um den stark zunehmenden Verkehr umweltfreundlich bewältigen zu können, wird im Zentrum von Stuttgart mit Milliardenaufwand eine Baumaßnahme durchgeführt, deren Ergebnis eine deutlich verringerte Gleiskapazität für Zugfahrten ist. Erschwerend kommt hinzu, dass zukünftig die S-Bahn-Gleise der Strecken von Feuerbach und Bad Cannstatt zum Hauptbahnhof und umgekehrt keine Kapazitätsreserven mehr für Regional- und Fernzüge bieten und bei Störungen im innerstädtischen S-Bahn-Tunnel keine Ausweichmöglichkeit mehr für S-Bahn-Züge auf oberirdische Gleise des Kopfbahnhofs besteht. Denn die Zulaufgleise der S-Bahn und der Regional-/Fernzüge werden wegen S 21 nicht mehr wie heute parallel nebeneinander oberirdisch bis zum Hauptbahnhof verlaufen, sondern weit voneinander getrennt in Tunnelröhren, deren Gleise untereinander nicht verknüpfbar sind.

## 7. Kurzfassung

### Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Auf der Klimakonferenz 2015 in Paris vereinbarten fast alle Staaten der Erde, die Emission von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen noch im Laufe des jetzigen Jahrhunderts zu stoppen, indem auf die Verbrennung von fossilen Energieträgern - insbesondere Kohle, Erdöl, Erdgas - schrittweise verzichtet wird. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob das Projekt Stuttgart 21 (abgekürzt S 21) hinsichtlich des Treibhauseffekts überhaupt noch zu rechtfertigen ist, wenn man die Erdüberhitzung tatsächlich eindämmen will. Denn der Bau der vielen Tunnels und der Tunnelbahnhöfe ist wegen der Produktion der hierfür benötigten Baumaterialien Beton und Stahl für große Mengen an Treibhausgas (abgekürzt THG) verantwortlich. Zum Treibhausgas werden neben Kohlendioxid vor allem Methan und Stickoxide gezählt.

Deshalb sind zum einen die durch den Bau, Unterhalt und Betrieb der Infrastruktur von S 21 sowie durch den Zugverkehr auf den neuen Bahnstrecken anfallenden Treibhausgasemissionen zu quantifizieren. Zum zweiten werden die THG-Emissionen abgeschätzt, welche im Großraum Stuttgart durch die dringend notwendige Verkehrsverlagerung vom Auto zum Zug eigentlich eingespart werden könnten, was jedoch durch S 21 geradezu verhindert wird, weil der neue Hauptbahnhof wesentlich weniger Züge als der heutige Bahnhof bewältigen kann und weil eine tangentielle S-Bahn-Strecke über die Filder nach Wendlingen wegen der extrem hohen Kosten des Projekts S 21 nicht rechtzeitig finanziert werden kann. Der dritte Aufgabenschwerpunkt befasst sich mit den Möglichkeiten, die bereits vorgetriebenen Tunnels von S 21 für andere Zwecke als für den geplanten Zugverkehr zu nutzen.

### Methode und Betrachtungszeitraum der Untersuchung

Es findet eine Differenzbetrachtung der THG-Emissionen zwischen dem Planfall - Stuttgart 21 wird zu Ende gebaut und in Betrieb genommen - und dem Referenzfall statt, bei welchem die heutige Infrastruktur weiter genutzt, aber verbessert und um eine tangentielle S-Bahn-Strecke vom Flughafen nach Wendlingen ergänzt wird.

Der Untersuchung liegen zwei unterschiedliche Zeiträume zugrunde: (1) Die gesamte Bauphase von S 21, die voraussichtlich Ende 2023 abgeschlossen sein wird, ist maßgeblich für den THG-Ausstoß durch die Baumaterialproduktion und durch alle mit dem Bau verbundenen Arbeits- und Transportvorgänge; (2) die ersten 30 Jahre nach der voraussichtlichen Fertigstellung des Projekts, also die Phase von Anfang 2024 bis Ende 2053, werden für die Emissionen durch Unterhalt und Betrieb der Infrastruktur und den zukünftigen Zugverkehr sowie durch den nicht verlagerbaren PKW-Verkehr betrachtet.

## Datengrundlagen der Untersuchung

Die Grundlage, um den THG-Ausstoß zu ermitteln, bilden zum einen die THG-Emissionsfaktoren bezüglich der Baumaterialherstellung, der Arbeitsprozesse und der Fahrten von Zügen und von PKWs. Diese Daten stammen vor allem aus Untersuchungen des deutschen Öko-Instituts und des Umweltbundesamtes der Jahre 2013 bis 2015. Zum anderen ist das Mengengerüst (des Baumaterials, des Verkehrs, der elektrischen Energie usw.) zu bestimmen. Das Mengengerüst für die Bauwerke von S 21, z.B. Masse an Beton, ist den aktuellen Planfeststellungsunterlagen sowie Informationsbroschüren der DB AG zu entnehmen.

## Zukünftige Entwicklung des Strommixes und des Antriebs von Straßenfahrzeugen

Nach dem Klimaschutzplan der deutschen Bundesregierung sollen bis 2050 die Stromerzeugung in Deutschland vollständig auf nicht fossile Energiequellen umgestellt und die Verbrennungsmotoren in den PKWs durch Elektromotoren ersetzt werden. In der Übergangsphase gibt es sowohl einen Mix an Strom aus fossilen und nicht fossilen Quellen als auch einen Mix der beiden Antriebsarten von PKWs (Verbrennungs- versus Elektroantrieb). Aufgrund der bisherigen negativen Erfahrungen in Deutschland bezüglich der Umstellung der PKW-Flotte auf Elektromotoren werden im Hinblick auf den zweiten Aufgabenschwerpunkt zwei unterschiedliche Szenarien zugrunde gelegt: (1) ein konservatives Szenario, dem zufolge weiterhin der Benzin- oder Dieselmotor bei deutschen Autos dominiert, während der E-Antrieb eine Marginalie bleibt; (2) ein progressives Szenario, das sich am Klimaschutzplan 2050 der deutschen Bundesregierung orientiert, so dass ab 2050 nur noch Elektroautos im Einsatz sein werden.

## THG-Emissionen durch Bau, Unterhalt, Betrieb und Zugverkehr des Projekts S 21

Verglichen mit dem Referenzfall ist das Projekt Stuttgart 21, sofern es jemals fertiggestellt wird, für knapp 2 Millionen Tonnen an Treibhausgas (CO<sub>2</sub>, Methan, Stickoxide etc.) verantwortlich. Der überwiegende Teil dieses THG-Ausstoßes, nämlich rund 83 %, wird aus der Produktion des Materials für die Tunnel (Beton und Bewehrungsstahl) und für Gleise plus Fahrbahnen stammen. Allerdings ist bislang nur gut die Hälfte der gesamten Tunnelstrecke vorgetrieben und hierbei handelt es sich um reine Tunnelrohbauten, also ohne den aufwendigen Innenausbau. Bei einem zeitnahen Projektabbruch könnten also noch fast 1 Million Tonnen an Treibhausgas vermieden werden. Der spätere Zugverkehr auf der Infrastruktur, die durch S 21 geschaffen wird, erzeugt im 30-jährigen Betrachtungszeitraum durch die Herstellung des benötigten Bahnstroms noch zusätzliche 12 % der Gesamtemissionen. Die Transportarbeiten (Abtransport von Aushub, Anlieferung von Baumaterial) führen zu einer weiteren THG-Freisetzung von rund 4 %. Betrieb und Unterhalt der Bauwerke haben am gesamten Ausstoß an Treibhausgas einen Anteil von 1 %, über 30 Jahre aufsummiert. Doch diese großen Mengen umfassen bei weitem noch nicht das gesamte Ausmaß an



Emissionen, die durch S 21 verursacht werden. Denn die zu geringe Kapazität des geplanten Tunnelbahnhofs im Stuttgarter Untergrund hätte eine Verkehrsverlagerung auf das treibhausgasintensive Auto zur Folge.

THG-Emissionen durch Autoverkehr, der durch S 21 verursacht würde

Im Vergleich zu anderen Großstädten in den Industriestaaten wie Tokio, New York, Warschau oder gar Zürich, wo bis zu 63 % der Fahrten mit dem Öffentlichen Verkehr (im Folgenden als "ÖV" abgekürzt) abgewickelt werden und der PKW-Anteil auf bis 25 % sinkt, schneidet Stuttgart relativ ungünstig ab: Hier benutzen an den Werktagen nur rund 26 % der Bewohner den ÖV, aber rund 42 % fahren mit dem Auto, die Pendler, die außerhalb von Stuttgart wohnen und hier arbeiten, sitzen sogar zu 60 % im PKW. In Stuttgart besteht also noch sehr viel Spielraum nach oben zugunsten von Bus und Zug. Doch diese Verkehrsverlagerung vom Auto auf den Zug wird durch S 21 nicht nur verhindert, sondern es ist geradezu eine Umschichtung des Verkehrs vom Zug auf das Auto zu befürchten. Denn im geplanten unterirdischen Hauptbahnhof mit nur noch 8 Gleisen statt 17 Gleisen, wie sie der Kopfbahnhof ursprünglich hatte, können rund 40 % weniger Züge pro Stunde als im bisherigen Bahnhof abfahren oder ankommen. Wird diese Kapazitätsvernichtung gestoppt, indem der heutige Kopfbahnhof beibehalten und wieder in seinen ursprünglichen Zustand zurückversetzt wird, so lassen sich werktags über 150.000 Autofahrten im Pendlerverkehr vermeiden und auf Regional- und Fernzüge verlagern. Innerhalb des Betrachtungszeitraums von 30 Jahren kommen so über 17 Milliarden Fahrzeug-Kilometer zusammen, für die das Projekt S 21 verantwortlich wäre und die ohne S 21 vermeidbar sind.

Doch Stuttgart 21 hat noch einen zweiten schwerwiegenden Mangel: Im Raum Böblingen/Sindelfingen - Vaihingen - Flughafen - Filderstadt - Wendlingen/Nürtingen/Kirchheim mit rund 400.000 Einwohnern fehlt eine tangentielle S-Bahn-Verbindung, was wiederum dazu führt, dass PKW-Verkehr stattfindet, der eigentlich auf die Schiene verlagerbar wäre. Das Konzept "Umstieg 21" schlägt hier eine S-Bahn-Strecke mit drei Linien vor, durch die sich jede Woche rund 180.000 weitere Autofahrten vermeiden lassen. In 30 Jahren beträgt die Summe dieser vermeidbaren Fahrten mit dem PKW über 5,6 Milliarden Fahrzeug-Kilometer. Doch diese Zahl dürfte angesichts der zu erwartenden Zunahme der Einwohner- und Arbeitsplatzzahlen im Großraum Stuttgart in den kommenden 30 Jahren noch weit höher sein.

Legt man das konservative Szenario zugrunde, was die Umstellung der PKW-Flotte vom Verbrennungs- auf Elektroantrieb betrifft, so stoßen die im Fall von Stuttgart 21 verursachten Autofahrten rund 4 Millionen Tonnen an Treibhausgas aus - mehr als doppelt soviel wie die THG-Menge, für welche das Projekt S 21 direkt verantwortlich ist. Selbst wenn man gegenrechnet, dass die für die Verkehrsverlagerung benötigten zusätzlichen Züge ebenfalls zusätzliche Treibhausgase freisetzen, bleiben immer noch rund 3,7 Millionen Tonnen an THG übrig, die dem vermeidbaren PKW-Verkehr anzulasten sind. Beim progressiven Szenario, das bis 2050 die vollständige Umstellung auf Elektroautos umfasst, fallen immerhin fast 2 Millionen Tonnen Treibhausgas durch die Autofahrten an, welche dem Projekt S 21 anzulasten sind. Abzüglich des THG-Ausstoßes durch die zusätzlichen Züge, wenn S 21 nicht zu Ende gebaut und

stattdessen "Umstieg 21" realisiert wird, würden dennoch über 1,5 Millionen Tonnen Treibhausgas als Folge von S 21 durch zusätzlichen PKW-Verkehr freigesetzt.

### Baumaßnahmen zur Nutzung der maximalen Kapazität des Kopfbahnhofs

Im Referenzfall sind neben dem Bau der tangentialen S-Bahn-Strecke via Filder mehrere streckenseitige, meist jedoch nur punktuelle Maßnahmen erforderlich. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um zwei zusätzliche Gleise vom Hauptbahnhof bis nördlich Zuffenhausen und um den Bau von Überwerfungen an Streckenverzweigungen, damit Züge ohne gegenseitige Behinderung auch Gleise der Gegenrichtung kreuzen können. Von Plochingen bis Wendlingen sind zusätzliche Gleise ebenfalls wünschenswert. Generell ist auf allen Zulaufstrecken zum Stuttgarter Hauptbahnhof, sofern sie von zusätzlichen Regional- und Fernzügen benutzt werden sollen, eine Verdichtung der Blockteilung durch zusätzliche Signale notwendig, damit kürzere Zugfolgen als heute möglich werden.

### Mögliche Umnutzung der bereits geschaffenen Tunnelrohbauten

Inzwischen ist ein Teil der im Rahmen von Stuttgart 21 geplanten Tunnels zwar schon gebaut, aber auf rund 45 % der Tunnellänge wurde mit den Arbeiten noch gar nicht begonnen. Ohnedies fehlt überall noch die Streckenausrüstung (Gleise, Oberleitungen, Signale). Wenn das Projekt S 21 abgebrochen wird, drohen allerdings die bereits geschaffenen Tunnelrohbauten zu Bauruinen zu werden; der durch sie erzeugte THG-Ausstoß wäre ganz umsonst gewesen. Um dies zu vermeiden, sind alle Möglichkeiten für eine sinnvolle Umnutzung dieser Rohbauabschnitte auszuloten:

- Die Ostabschnitte des neuen Fernbahn- und des S-Bahn-Tunnels Richtung Bad Cannstatt lassen sich für zwei neue S-Bahn-Strecken nutzen: (1) vom Hbf nach Bad Cannstatt, so dass die heutigen S-Bahn-Gleise für den Regional- und Fernverkehr frei werden, (2) zwischen Bad Cannstatt und dem Nordbahnhof als umsteigefreie Über-eckverbindung.
- Die Baugrube des unterirdischen Hauptbahnhofs kann entsprechend "Umstieg 21" gleich dreifach verwendet werden: (1) als neuer Zentraler Omnibusbahnhof (ZOB), (2) als Tiefgarage für PKWs, (3) als Fahrradgarage.
- Die Hohlräume, die für den Nord- und Südkopf des Hauptbahnhofs geschaffen werden sollen, bieten sich für City-Logistik-Terminals an.
- Die Tunnels vom Hauptbahnhof nach Feuerbach, Unter-/Obertürkheim und Richtung Flughafen könnten zu Express-Strecken für Elektroomnibusse werden, die so den ZOB unter dem Hauptbahnhof erreichen oder hier starten können, ohne im Stau auf oberirdischen Straßen steckenzubleiben.
- Außerdem ist eine Mitbenutzung dieser Tunnels durch Elektro-LKWs denkbar, die zum City-Logistik-Terminal fahren oder von hier kommen.

■ Schließlich eignen sich alle Tunnelabschnitte, in denen weder Zug- noch Autoverkehr sinnvoll ist, als Trassen für Leitungen aller Art (z.B. Strom, Wasser, Abwasser, Wärme), als Räume zur Aufbewahrung und Einlagerung von Waren und Gegenständen, für kulturelle Einrichtungen und Veranstaltungen, als Orte für Forschungseinrichtungen, die auf konstante Bedingungen ihrer Umgebung angewiesen sind, und als Schutzräume im Katastrophenfall.

Durch diese Umnutzung der Tunnelrohbauten wird an anderer Stelle der Bau von Verkehrswegen und Gebäuden vermieden; die sonst entstehenden THG-Emissionen und der Flächenverbrauch entfallen.

### Gesamtbetrachtung und Fazit der Untersuchung

Bei einer Gesamtbetrachtung führt Stuttgart 21 (unter Berücksichtigung von Baumaterialherstellung, Arbeitsvorgängen, Unterhalt und Betrieb, Zugfahrten in den Tunnels, nicht verlagerbarer Autoverkehr) im konservativen Szenario zu Treibhausgasemissionen von rund 5,6 Millionen Tonnen, im progressiven Szenario betragen die Emissionen rund 3,5 Millionen Tonnen. Dies entspricht den THG-Mengen, die sämtliche 300.000 heute in Stuttgart zugelassenen Autos in über 6 bzw. fast 4 Jahren Fahrbetrieb (konservatives bzw. progressives Szenario) in die Atmosphäre ausstoßen.

Der Treibhausgasausstoß von 5,6 bzw. 3,5 Millionen Tonnen als Konsequenz des Projekts S 21 steht im klaren Widerspruch zu dem auf der Klimakonferenz Ende 2015 in Paris vereinbarten Ziel, den durch menschliche Aktivitäten verursachten Treibhauseneffekt zu stoppen. Zugleich ist dieses Projekt keine angemessene Reaktion auf die seit Jahrzehnten im Großraum Stuttgart stattfindende Wirtschafts- und Siedlungsentwicklung mit Schwerpunkt auf der Gäu-Filder-Neckar-Achse. Statt in dieser wichtigen Relation die Schieneninfrastruktur auszubauen, wird im Zentrum von Stuttgart mit Milliardenaufwand eine Baumaßnahme realisiert, die zu einer deutlich verringerten Gleiskapazität für Zugfahrten als heute führt, dadurch die Verlagerung des Verkehrs von der Schiene auf die Straße herbeiführt und so die Treibhausgasemissionen weiter in die Höhe treibt statt sie zu senken.

## Quellenangaben und Anmerkungen

- 1) [https://de.wikipedia.org/wiki/Beton#Klima-\\_und\\_Umwelt-auswirkungen](https://de.wikipedia.org/wiki/Beton#Klima-_und_Umwelt-auswirkungen), abgerufen am 20.9.2017
- 2) <http://www.holcim.ch/nachhaltige-entwicklung/umwelt/zement.html>, abgerufen am 20.9.2017
- 3) Bongartz, Norbert et al.: UMSTIEG 21 - Stuttgart 21 umnutzen: Auswege aus der Sackgasse, Arbeitsgruppe Umstieg 21 des Aktionsbündnisses gegen Stuttgart 21 (Hrsg.), Stuttgart 2015
- 4) Schmied, Martin / Mottschall, Moritz (Öko-Institut e.V.): Treibhausgasemissionen durch die Schieneninfrastruktur und Schienenfahrzeuge in Deutschland (FKZ 363 01 244), in Kooperation mit dem DB Umweltzentrum, Berlin, Dezember 2013, S.46f
- 5) Schmied, Martin / Mottschall, Moritz (Öko-Institut e.V.): Treibhausgasemissionen durch die Schieneninfrastruktur und Schienenfahrzeuge in Deutschland (FKZ 363 01 244), in Kooperation mit dem DB Umweltzentrum, Berlin, Dezember 2013, S.18f
- 6) a.a.O., S.3
- 7) Wehling, Elisabeth: Politisches Framing, Herbert von Halem Verlag, Köln 2016, S.189
- 8) In Kraftwerken auf der Basis von Biomasse werden zwar Treibhausgase freigesetzt, aber zumindest das hierbei emittierte Kohlendioxid war zuvor von den nun als Biomasse verheizten Pflanzen aus der Atmosphäre aufgenommen worden.
- 9) Klimaschutzplan 2050, 11. November 2016, S.29
- 10) <http://www.deutschebahn.com/de/konzern/verkehrspolitik/energie.html>
- 11) Burger, Bruno (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE): Stromerzeugung aus Solar- und Windenergie im Jahr 2015, Freiburg, Aktualisierung vom 13.01.2016, S.3f, Internet: [www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de), [www.energy-charts.de](http://www.energy-charts.de), abgerufen am 2.4.2017
- 12) eigene Berechnungen nach: Burger, Bruno (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE): Stromerzeugung aus Solar- und Windenergie im Jahr 2015, Freiburg, Aktualisierung vom 13.01.2016, S.3f, Internet: [www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de), [www.energy-charts.de](http://www.energy-charts.de), abgerufen am 2.4.2017; Memmler, Michael et al. (Umweltbundesamt): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2013, CLIMATE CHANGE 29/2014, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau 2014, S. 39,42,45,48,56
- 13) Mottschall, Moritz / Bergmann, Thomas (Öko-Institut e.V.): Treibhausgasemissionen durch Infrastruktur und Fahrzeuge des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs sowie der Binnenschifffahrt in Deutschland, Auftraggeber: Umweltbundesamt, Tabelle 86, S.170, Dessau-Roßlau, Dezember 2013
- 14) ebenda

- 15) Schmied, Martin / Mottschall, Moritz (Öko-Institut e.V.):  
Treibhausgasemissionen durch die Schieneninfrastruktur  
und Schienenfahrzeuge in Deutschland (FKZ 363 01 244),  
in Kooperation mit dem DB Umweltzentrum, Berlin, Dezember  
2013, Tab. 16, S.34
- 16) ebenda, S.27
- 17) Mottschall, Moritz / Bergmann, Thomas (Öko-Institut e.V.):  
Treibhausgasemissionen durch Infrastruktur und Fahrzeuge  
des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs sowie der  
Binnenschifffahrt in Deutschland, Auftraggeber:  
Umweltbundesamt, Tabelle 86, S.170, Dessau-Roßlau,  
Dezember 2013
- 18) Schmied, Martin / Mottschall, Moritz (Öko-Institut e.V.):  
Treibhausgasemissionen durch die Schieneninfrastruktur  
und Schienenfahrzeuge in Deutschland (FKZ 363 01 244),  
in Kooperation mit dem DB Umweltzentrum, Berlin, Dezember  
2013, S.50
- 19) Deutsche Bahn AG: Tunnelbau für Stuttgart 21 - Vortrieb  
und Aushub, Stand 18.9.2017, <http://www.bahnprojekt-stuttgart-ulm.de/baustelle/vortrieb-und-aushub-fuer-tunnelbau/s21-vortrieb-und-aushub/>, abgerufen am 25.9.2017
- 20) 15,3 km Tunnelstrecke mit Vortrieb per Tunnelbohrmaschine, 38,6 km Tunnelstrecke mit bergmännischem Tunnelbau
- 21) Mottschall, Moritz / Bergmann, Thomas (Öko-Institut e.V.):  
Treibhausgasemissionen durch Infrastruktur und Fahrzeuge  
des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs sowie der  
Binnenschifffahrt in Deutschland, Auftraggeber:  
Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Dezember 2013,  
Tabelle 27, S.55
- 22) Geothermiekontor: Wie lange kann Quellung andauern?  
Schlichtungsgespräch zu S 21 - Geologie, Seite 16
- 23) o.V.: Sanierungsarbeiten 6 Jahre nach Eröffnung, in:  
Tunnel, Ausgabe 03/2013, [http://www.tunnel-online.info/de/artikel/tunnel\\_Chienbergtunnel\\_Sanierungs\\_arbeiten\\_6\\_Jahre\\_nach\\_Eroeffnung\\_1706375.html](http://www.tunnel-online.info/de/artikel/tunnel_Chienbergtunnel_Sanierungs_arbeiten_6_Jahre_nach_Eroeffnung_1706375.html)
- 24) Schmied, Martin / Mottschall, Moritz (Öko-Institut e.V.):  
Treibhausgasemissionen durch die Schieneninfrastruktur  
und Schienenfahrzeuge in Deutschland (FKZ 363 01 244),  
in Kooperation mit dem DB Umweltzentrum, Berlin, Dezember  
2013, S.15
- 25) a.a.O., S.34
- 26) a.a.O., S.47
- 27) VVS: Das Mobilitätsverhalten im Verkehrs- und Tarifverbund  
Stuttgart, Stuttgart 2011, S.7
- 28) a.a.O., S.9
- 29) Landeshauptstadt Stuttgart: VEK 2030, Stand November  
2013, S.138
- 30) Bury, Mathias: Immer mehr Berufspendler in der Region, in:  
Stuttgarter Zeitung, 3.8.2016
- 31) Wikipedia, [https://de.wikipedia.org/wiki/Modal\\_Split](https://de.wikipedia.org/wiki/Modal_Split)
- 32) Engelhardt, Christoph M.: Stuttgart 21: Ungenügende  
Leistungsfähigkeit nach Filder-Anhörung, in: Eisenbahn-  
Revue International 1/2015, S.41 bis 47

- 33) VIEREGG-RÖSSLER GmbH: Ermittlung der Leistungsfähigkeit des Stuttgarter Hauptbahnhofs in seiner heutigen Gleiskonfiguration, Auftraggeber: Ingenieure 22, München, 27. Oktober 2011, S.5ff
- 34) Hopfenzitz, Egon, Vortrag in der Fachschlichtung zu S 21, 20.11.2010
- 35) In der öffentlichen Diskussion wird zuweilen die Meinung vertreten, die Leistungsfähigkeit pro Gleis sei in einem Durchgangsbahnhof um 30 % höher als in einem Kopfbahnhof, was jedoch falsch ist. Denn der einzige Unterschied zwischen diesen beiden Bahnhofsarten besteht bei optimalen Randbedingungen (z.B. Vorhandensein aller notwendigen Überwerfungsbauwerke zur Vermeidung von Fahrstraßenkreuzungen) darin, dass im Kopfbahnhof jedes Bahnsteiggleis zweimal zu durchfahren ist, aber im Durchgangsbahnhof nur einmal. Daraus resultiert zu Lasten des Kopfbahnhofs ein Fahrzeitunterschied von rund einer Minute oder eine um eine Minute verlängerte Zugfolgezeit. Die Tatsache, dass in Hongkong derzeit ein 15-gleisiger neuer Kopfbahnhof im Bau ist, in New York gleich zwei jeweils 8-gleisige zusätzliche Kopfbahnhöfe geplant oder bereits gebaut werden, die großen Kopfbahnhöfe in den Weltstädten London und Paris keineswegs durch Durchgangsbahnhöfe ersetzt, sondern um zusätzliche Kopfgleise erweitert werden, zeigt übrigens auf, dass Kopfbahnhöfe keineswegs ungünstiger als Durchgangsbahnhöfe sind.
- 36) Heydemann, Hans: S21 und die Überflutungsgefahr, Rede auf der 380. Montagsdemonstration am 7.8.2017 in Stuttgart
- 37) bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 100 km/h
- 38) Tritschler, Stefan (VWT GmbH): Untersuchung zum S-Bahn-Ringschluss Filder - Neckartal, Präsentation der Ergebnisse, Stuttgart o.J.
- 39) Diese Fahrgastzahl entspricht auch dem Flucht- und Rettungskonzept von S 21. Dieses Konzept geht davon aus, dass im Gefahrenfall auf jedem Bahnsteig und in den haltenden Zügen auf den beiden Bahnsteiggleise maximal rund 4.000 Menschen zu retten sind, und zwar zu 30 % Wartende auf dem Bahnsteig (1.200 Personen) und zu 60 % Reisende in den hier haltenden Zügen (insgesamt 2.800 Personen, 1.400 pro haltendem Zug).
- 40) Hierbei wird unterstellt, dass in der jeweiligen Lastrichtung - morgens hin zum Hauptbahnhof, nachmittags zurück - 50 % der Fahrgäste pro Zug in Stuttgart ein- bzw. aussteigen, 25 % der Reisenden gegen die Lastrichtung fahren und weitere 25 % in ihrem Zug sitzenbleiben. Das Fassungsvermögen jedes Zuges ist somit gegen die Lastrichtung nur zu 75 % ausgenutzt.
- 41) Bongartz, Norbert et al. (Arbeitsgruppe Umstieg 21 des Aktionsbündnisses gegen Stuttgart): UMSTIEG 21 - Baustellen umnutzen, Stuttgart 21 umnutzen! Auswege aus der Sackgasse, Stuttgart 2016, S.32ff

- 42) Hierbei ist während der Verkehrsspitzen in Abschnitten mit besonders hoher Nachfrage, z.B. vor bzw. nach dem Flughafen, auch mit einem Besetzungsgrad von über 100 % zu rechnen, so dass ein Teil der Fahrgäste auf Stehplätze angewiesen ist. Im Vergleich zu allen anderen Abschnitten der Stuttgarter S-Bahn, die auf die Stuttgarter City ausgerichtet sind, ist auf der S 10 und auf den tangentialen Außenästen der S 2 und S 3 eine eher gleichmäßige Auslastung im Linienverlauf zu erwarten.
- 43) Rechengang:  $543.744 \text{ Pers} \times 0,8 \times 0,5/1,2 \text{ Pers pro Fahrz} \times 20 \text{ km} = 3.624.960 \text{ fkm}$
- 44) Kraftfahrt-Bundesamt: Jahresbilanz des Fahrzeugbestandes am 1. Januar 2017 in Deutschland, [http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/b\\_jahresbilanz.html;jsessionid=F6E4C1A5CE190548773E03F20E977424.live11291?nn=644526](http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/b_jahresbilanz.html;jsessionid=F6E4C1A5CE190548773E03F20E977424.live11291?nn=644526), abgerufen am 3.4.2017
- 45) eigene Berechnung nach Mottschall, Moritz / Bergmann, Thomas (Öko-Institut e.V.): Treibhausgasemissionen durch Infrastruktur und Fahrzeuge des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs sowie der Binnenschifffahrt in Deutschland, Auftraggeber: Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Dezember 2013, S.52, Tabelle 25
- 46) Klimaschutzplan 2050, 11. November 2016, S.48
- 47) Rechengang:  $583,125 \text{ Mio fkm/Jahr} \times 26 \text{ Jahre} \times 0,43 \times 176 \text{ t/1 Mio fkm} = 1.147.403 \text{ t}$
- 48) Rechengang:  $188,49792 \text{ Mio fkm/Jahr} \times 26 \text{ Jahre} \times 0,43 \times 176 \text{ t/1 Mio fkm} = 370.904 \text{ t}$
- 49) <https://sedl.at/Elektroauto/Verbrauch>, abgerufen am 14.7.2017
- 50) <http://unverzerrt.de/elektromobilitaet/energieverbrauch-des-elektroautos/warum-die-elektroautos-so-viel-energie-verbrauchen/>, abgerufen am 14.7.2017
- 51) Rechengang:  $583.125.000 \text{ fkm/Jahr}/1000 \times 26 \text{ Jahre} \times 0,175 \text{ MWh} \times 0,57 \times 0,1911 \text{ t/MWh} = 289.007 \text{ t}$
- 52) Rechengang:  $188.497.920 \text{ fkm/Jahr}/1000 \times 26 \text{ Jahre} \times 0,175 \text{ MWh} \times 0,57 \times 0,1911 \text{ t/MWh} = 93.423 \text{ t}$
- 53) Rechengang:  $583.125.000 \text{ fkm/Jahr} \times 4 \text{ Jahre} \times 0,175 \text{ MWh}/1.000 \text{ km} \times 0,0206 \text{ t/MWh}$
- 54) Rechengang:  $188.497.920 \text{ fkm/Jahr}/1000 \times 4 \text{ Jahre} \times 0,175 \text{ MWh} \times 0,0206 \text{ t/MWh} = 2.718 \text{ t}$
- 55) Rechengang:  $21,696 \text{ MWh} \times 6 \times 250 \times 26 \times 0,1911 \text{ t/MWh} = 161.698 \text{ t}$
- 56) Rechengang:  $21,696 \text{ MWh} \times 6 \times 250 \times 4 \times 0,0206 \text{ t/MWh} = 2.682 \text{ t}$
- 57) Rechengang:  $34.164 \text{ MWh} \times 26 \times 0,1911 \text{ t/MWh} = 169.747 \text{ t}$
- 58) Rechengang:  $34.164 \text{ MWh} \times 4 \times 0,0206 \text{ t/MWh} = 2.815 \text{ t}$
- 59) Schunder, Josef: S-21-Ideengeber im Interview, in: Stuttgarter Nachrichten, 17.4. 2016
- 60) Deutsche Bahn AG: Tunnelbau für Stuttgart 21 - Vortrieb und Aushub, Stand 18.9.2017, <http://www.bahnprojekt-stuttgart-ulm.de/baustelle/vortrieb-und-aushub-fuer-tunnelbau/s21-vortrieb-und-aushub/>, abgerufen am 25.9.2017

- 61) Bongartz, Norbert et al.: UMSTIEG 21 - Stuttgart 21  
umnutzen: Auswege aus der Sackgasse, Arbeitsgruppe  
Umstieg 21 des Aktionsbündnisses gegen Stuttgart 21  
(Hrsg.), Stuttgart 2015, S.38
- 62) Stand zum 1.1.2015; 288.622 PKWs, Quelle: Statisti-  
sches Landesamt Baden-Württemberg: Statistische Berichte  
Baden-Württemberg, Verkehr, Artikel-Nr. 3563 15001, H I  
2 - j/15, 14.12.2015
- 63) im Jahr 2016: 14.015 km, Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt:  
Verkehr in Kilometern der deutschen Kraftfahrzeuge im Jahr  
2016, [https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/  
VerkehrKilometer/verkehr\\_in\\_kilometern\\_node.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/verkehr_in_kilometern_node.html)
- 64) Mottschall, Moritz / Bergmann, Thomas (Öko-Institut e.V.):  
Treibhausgasemissionen durch Infrastruktur und Fahrzeuge  
des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs sowie der  
Binnenschifffahrt in Deutschland, Auftraggeber:  
Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Dezember 2013,  
Tabelle 25, S.52



## Anhang

### Teil A: Herleitung der THG-Emissionsfaktoren durch Stromerzeugung aus fossilen und nicht fossilen Quellen

Tab.A.1: Stromerzeugung in Deutschland 2015 und THG-Emissionsfaktoren

Energiequelle	Energiemenge (TWh)	Anteil am Strommix	THG-Emiss.-faktor (g/kWh)
Photovoltaik	37	6,6 %	55,19
Windkraft	85	15,2 %	6,52
- offshore			4,27
- onshore			8,76
Biomasse	56	10,0 %	25,36
Wasserkraft	20	3,6 %	2,69
<hr/>			
Zwischensumme			
nicht fossil	198	35,4 %	----
Emiss.faktor			
nicht fossil	---	-----	20,56
Kernkraft	87	15,6 %	32,0
Braunkohle	139	24,9 %	1.070,1
Steinkohle	104	18,6 %	919,0
Gas	30	5,4 %	429,7
<hr/>			
Zwischensumme			
fossil	360	64,5 %	----
Emiss.faktor			
fossil	---	-----	722,21
<hr/>			
Gesamtsumme	558	99,9 %	----

1 TWh = 1 Billion kWh = 1.000.000.000.000 kWh

THG-Emissionsfaktor in g/kWh = in kg/MWh

Quellen:

(1) Burger, Bruno (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE): Stromerzeugung aus Solar- und Windenergie im Jahr 2015, Freiburg, Aktualisierung vom 13.01.2016, S.3f, Internet: [www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de), [www.energy-charts.de](http://www.energy-charts.de), abgerufen am 2.4.2017

(2) Umweltbundesamt (Hrsg.): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2013, Autoren: Michael Memmler et al., CLIMATE CHANGE 29/2014, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau 2014, S. 39,42,45,48,56

(3) für THG-Emissionen Atomkraft: <http://www.co2-emissionen-vergleichen.de/Stromerzeugung/CO2-Vergleich-Stromerzeugung.html>, abgerufen am 2.4.2017

Aus Tab.A.1 ergibt sich folgender THG-Emissionsfaktor für den heutigen Strommix (Stand 2015) aus dem öffentlichen Netz:

$$0,354 \times 20,6 \text{ g/kWh} + 0,645 \times 722,2 \text{ g/kWh} = 473,1 \text{ g/kWh.}$$

Da der deutsche Bahnstrommix einen höheren Anteil von Strom aus nicht fossilen Energiequellen umfasst, nämlich 42 % statt lediglich 35,4 % wie im öffentlichen Netz und somit der Anteil des fossil erzeugten Stroms nur 58 % statt 64,5 % beträgt, wird der THG-Emissionsfaktor des Bahnstroms (Stand 2015) nachstehend separat ausgewiesen:

$$0,42 \times 20,6 \text{ g/kWh} + 0,58 \times 722,2 \text{ g/kWh} = 427,5 \text{ g/kWh}$$

Es wird unterstellt, dass in Deutschland ab 2022 alle Kernkraftwerke durch Stromerzeugung aus nicht fossilen Quellen - und zwar entsprechend den Anteilen des Jahres 2015 - ersetzt werden, während die Stromerzeugung aus den anderen konventionellen Kraftwerken und somit auch deren THG-Ausstoß gleich bleibt. Die bislang durch Kernkraftwerke erzeugte elektrische Energie von 87 TWh pro Jahr wird nun auf die nicht fossilen Energiequellen entsprechend deren jeweiligem Anteil verteilt:

Tab.A.2: THG-Emissionsfaktoren in Deutschland ohne Kernkraftwerke ab 2022

Energiequelle	Energiemenge (TWh)	Anteil am Strommix	THG-Emiss.-faktor (g/kWh)
Photovoltaik	54	10,0 %	55,19
Windkraft	122	22,0 %	6,52
- offshore			4,27
- onshore			8,76
Biomasse	80	14,0 %	25,36
Wasserkraft	29	5,0 %	2,69
<hr/>			
Zwischensumme			
nicht fossil	285	51,0 %	-----
Emiss.faktor			
nicht fossil	---	-----	20,56
Braunkohle	139	24,9 %	1.070,1
Steinkohle	104	18,6 %	919,0
Gas	30	5,4 %	429,7
<hr/>			
Zwischensumme			
fossil	273	48,9 %	----
Emiss.faktor			
fossil	---	-----	942,16
<hr/>			
Gesamtsumme	558	99,9 %	-----

Annahme: Die Strommengen aus den einzelnen nicht fossilen Quellen stehen zueinander im selben Verhältnis (Strommix) wie 2015, so dass auch der THG-Emissionsfaktor für nicht fossile Stromerzeugung weiterhin derselbe ist.

Quellen: siehe Tab.A.1

Tab.A.3: Rechengang zur Bestimmung der THG-Emissionsfaktoren des öffentlichen Stromnetzes

Betrach- tungs- zeitraum	durchschn. Stromanteil nicht fossil	Rechengang im Detail*	THG- Emissions- faktor (t/MWh)
2024 - 2049	81,5	$0,815 \times 0,0206$ $+ 0,185 \times 0,94216$	0,1911
2050 - 2053	100,0	$1,0 \times 0,0206$	0,0206

\* THG-Emiss.faktor gewichtet = Anteil nicht fossiler Energie x THG-Emiss.faktor  
+ Anteil fossiler Energie x THG-Emiss.faktor

Quelle: Tab.A.2

## Teil B: Mengengerüste des Baumaterials sowie der Grabungs- und Transportarbeiten im Planfall und Referenzfall

Tab.B.1: Längenangaben für Eisenbahnneubau im Planfall (gerundet)\*

PFA Nr.	Bezeichnung des Planfeststellungsabschnitts	-----Tunnels-----		--oberirdisch--		Summe Gleis-Länge (km)
		1-Gleis-Röhren (km)	2-Gleis-Röhren (km)	Länge Strecke (km)	Länge Gleise (km)	
1.1	Talbauwerk Hauptbahnhof	4 Gleise auf voller Länge mit je 900 m				3,6
		4 Gleise mit durchschn. 700 m Länge				2,8
1.2	Fildertunnel	19,1	0,0	0,0	0,0	19,1
	- Vortrieb mit TBM	15,3				
	- bergm. Vortrieb	3,8				
1.3a	Filderbereich südlich					
	Fildertunnel	0,0	0,0	5,3	10,6	10,6
	- Flughafentunnel inkl. Tunnelbf.	4,3	0,0	0,7	1,4	5,7
1.3b	Flughafenanbind. Gäubahn					
	- Kurve zur NBS	0,2	1,4	0,0	0,0	3,0
	- 1-Gleis-Station	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3
1.4	Filderbereich östlich Flughafen bis vor Wendlingen	0,0	0,7	9,2	18,4	19,8
1.5	Zuführung Feuerbach und Bad Cannstatt					
	- Tunnel Feuerbach	5,1	0,4	0,4	0,8	6,7
	- Fernbahn Bad Cannst.	5,1	1,5	0,7	1,4	9,5
	- S-Bahn-Strecken = Hbf - Nordbahnhof**	0,0	1,7	0,3	0,6	4,0
	= Abzw. Bad Cannstatt	0,6	0,6	0,7	1,4	3,2
1.6a	Zuführung Ober-/Untertürkheim					
	- Tunnel Obertürk. h.	10,5	0,8	0,5	1,0	13,1
	- Abzweig. Untertürk. h.	1,5	0,2	0,4	0,8	2,7
1.6b	Abstellbahnhof neue Konzeption**	0,0	0,0	---	8,9	8,9
<b>Summen:</b>		<b>45,7</b>	<b>7,3</b>	<b>18,2</b>	<b>45,3</b>	<b>113,0</b>
- Feste Fahrbahn						104,1
- Schotteroberbau						8,9
Summe Eisenbahntunnels			53,0			
Tunnelbauwerk Hbf			0,9			
Gesamtlänge der unterirdischen Abschnitte			53,9			

\* ohne Tunnelabschnitte, die sowohl im Planfall als auch Referenzfall vorgesehen sind

\*\* "Die Länge der Gleisanlagen für die Abstellung von Eisenbahnfahrzeugen wurde um rund 1.500 Meter auf insgesamt 8.856 Meter erweitert." (Quelle: Bahnprojekt Stuttgart-Ulm, Kommunikationsbüro: Presseinformation 064/22014 RW vom 17.12.2014)

Quellen:

(1) wikipedia, [https://de.wikipedia.org/wiki/Stuttgart\\_21#Planfeststellungsabschnitte](https://de.wikipedia.org/wiki/Stuttgart_21#Planfeststellungsabschnitte)

(2) <http://www.bahnprojekt-stuttgart-ulm.de/baustelle/vortrieb-und-aushub-fuer-tunnelbau/s21-vortrieb-und-aushub/>

(3) <http://www.biss21.de/>

(4) Matthias Breidenstein / Heiko Siebenshuh: Vorstellung der Antragsplanung Bahnprojekt Stuttgart-Ulm DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH, PFA 1.3b - Informationsveranstaltung zur Offenlage, Stuttgart-Plieningen, 30.05.2017

Tab.B.2: Mengenrüst Streckenabschnitte der Stadtbahn im Planfall

	Tunnel- länge	Gleis- länge
Bereich Heilbronner Straße:		
Tunnel 1-gleisig	2,2 km	2,2 km
Tunnel 2-gleisig	0,7 km	1,4 km
oberirdische Strecke		0,9 km
Bereich Staatsgalerie:		
Tunnel 1-gleisig	0,4 km	0,4 km
Tunnel 2-gleisig	0,2 km	0,4 km
Tunnel 3-gleisig	0,16 km	0,5 km
Bahnhof 3-gleisig	0,2 km	0,6 km
Summe	3,86 km	6,4 km
Gesamtlänge aller unterirdischen Abschnitte Eisenbahn + Stadtbahn		59,4 km

Tab.B.3: Baumaterial\* für neue Eisenbahntunnels inkl. Querschläge etc. im Planfall (gerundet)

Bezeichnung des Tunnels	Materialvolumen (m <sup>3</sup> )	Materialmasse (t)
Fildertunnel		
- Tübbinges**	250.356	650.000
- Spritzbeton + Füllung Tunnelsohle***	128.332	307.997
- bergm. Vortrieb inkl. Rettungszufahrt Süd + Wendekaverne + Querschläge, Notausgänge	179.972	462.528
Ausschleifung Flughafen inkl. Tunnelbf. "NBS"	256.762	659.878
Flughafenanbind. Gäubahn inkl. 1-Gleis-Station	135.145	347.323
Tunnel Denkendorf	44.691	114.856
Tunnel Richtung Feuerbach inkl. ZA Prag	308.633	793.187
Fernbahntunnel Ri. Bad Cannstatt	310.042	796.808
S-Bahn-Tunnel Ri. Bad Cannstatt	66.790	171.650
S-Bahn-Tunnel Hbf - Mitternachtstr. inkl. S-Bahn-Station	100.131	257.337
S-Bahn-Tunnel Ri. Nordbahnhof	19.919	51.192
Tunnel Richtung Obertürkheim inkl. ZA Ulmer Straße	499.047	1.282.551
Abzweigtunnel Ri. Untertürkheim	112.937	83.504
Stadtbahntunnels inkl. neuer Tunnelbahnhof	85.358	219.370
Hauptbahnhof inkl. Bahnhofsköpfe	291.760	749.826
Düker für Nesenbach etc.	42.980	110.459
<b>Summen Beton mit Stahlbewehr.</b>	<b>2.454.167</b>	<b>5.637.941</b>
<b>Summen Tübbinges</b>	<b>250.356</b>	<b>650.000</b>
<b>Summen Spritzbeton etc.</b>	<b>128.332</b>	<b>307.997</b>
<b>Summen Material</b>	<b>2.832.855</b>	<b>6.595.938</b>

\* in der Regel Beton mit Stahlbewehrung (Dichte 2,57 t/m<sup>3</sup>)

\*\* Dichte der Tübbinges 2,596 t/m<sup>3</sup>

\*\*\* Dichte Spritzbeton 2,4 t/m<sup>3</sup>

ZA Zwischenangriff

Tab.B.4: Mengengerüst der neuen Bauwerke des Referenzfalls (gerundet)

Baumaßnahme	1-gleisig (km)	2-gleisig (km)	Gleislänge (km)	
<u>Neue Gleise bzw. Strecken:</u>				
5. +6. Gleis ab Hbf bis nördlich Zuffenh.	0,0	7,5	15,0	
neue S-Bahn-Gleise ab Hbf bis Bad Cannst.	0,0	2,5	5,0	
Streckenverlängerung Flugh. - Filderstadt	2,2	0,0	2,2	
Streckenverlängerung Filderstadt - Wendl.	0,0	14,8	29,6	
Abzweig Ri Wernau	0,0	0,5	1,0	
3. +4. Gleis ab Plochin- gen bis nördl. Wendl.	0,0	4,0	8,0	
zusätzl. Gleis "Güterzugkurve"	1,1	0,0	1,1	
Summen neue Gleise			61,9	
Summe Schienenlänge			123,8	
			Beton (m <sup>3</sup> )	Ausbruch (m <sup>3</sup> )
<u>Tunnels:</u>				
3. Röhre Pragtunnel	0,0	0,7	56.280	122.060
2. Röhre S-Bahn-Tunnel Flughafen*	2,2	0,0	49.500	131.000
Verlängerung S-Bahn- Tunnel Filderstadt**	0,0	0,6	25.200	65.000
S-Bahn-Tunnel Köngen* Weströhre	1,2	0,0	28.200	71.000
Oströhre	1,2	0,0	28.200	71.000
"Güterzugkurve"***	0,2	0,0	6.600	18.000
Summen Tunnels			193.980	478.060
Tunnellänge 1- plus 2-gleisig			6,1	
<u>Brücken:</u>				
über A 8 westl. Köngen	0,0	0,1	2.500	
über Neckar Ri. Wernau	0,0	0,1	2.500	
über Neckar und Kläranl. Richtung Wendlingen	0,0	0,3	6.000	
<u>Überwerfungen:</u>				
2-gleisig (2 x über 1 Gleis, 1 x über 2 Gleise)				
1-gleisig (2 x über 1 Gleis, 1 x über 2 Gleise)				
Volumen Überwerfungen			6.500	
Summe Volumen Brücken + Überwerfungen:			12.500	
Masse Stahlbeton				
- für Tunnels (Dichte: 2,57 t/m <sup>3</sup> )			498.529 t	
- für Brücken + Überwerfungen (Dichte: 2,64 t/m <sup>3</sup> )			33.000 t	
Summe Masse Stahlbeton			531.529 t	

\* Kreisquerschnitt, 8,70 m Durchmesser

\*\* Rechteckquerschn., 12 m x 9 m

\*\*\* Kreisquerschnitt, 10,80 m Durchmesser

Es wird angenommen, dass alle anfallenden Ausbruchmassen für Straßen- und Bahndämme und für Lärmschutzwälle wieder verwendet werden.

Tab.B.5: Mengenrüst Schienen, Schwellen, Feste Fahrbahn sowie Baustraßen im Planfall und Referenzfall

	--Gesamtlänge--			Gesamt-
	Gleise	Schienen	Schienen-	masse
	(km)	(km)	typ	(t)
<b>(1) Planfall</b>				
<b>Schienen</b>				
- Eisenbahn (Bahnhöfe, freie Strecke)	104,1	208,2	UIC 60	12.492
- Abstellbf. Untertürkheim	8,9	17,8	S 54	961
- Stadtbahn	6,1	12,2	S 49	598
<b>Summe Masse Schienen:</b>				<b>14.051</b>
<b>Fahrbahnen</b>				
- Feste Fahrbahn*				
Eisenbahn	104,1			289.710
- Betonschwellen**				
= Eisenbahn	8,9			4.154
= Stadtbahn	6,1			285
<b>Summe Masse Fahrbahnen:</b>				<b>294.149</b>
<b>Baustraßen in der Stuttgarter Innenstadt (nur Planfall):</b>				
- Länge: 3,1 km				
- Breite: 6 m				
- Dicke Fahrbahndecke: 1,0 m				
- Volumen Baustraßen: 18.600 m <sup>3</sup> ***				45.756
<b>(2) Referenzfall:</b>				
Schienen Eisenbahn	61,9	123,8	UIC 60	7.428
Betonschwellen	61,9			28.889
<b>Differenzen Planfall - Referenzfall:</b>				
- Schienen				6.564
- Fahrbahnen				265.260
- Baustraßen				45.756

\* Masse Feste Fahrbahn: 2.783 t pro Gleis-km

\*\* Masse Betonschwellen: 466,7 t pro Gleis-km

\*\*\* Dichte Beton: 2,4 t/m<sup>3</sup> = 44.640 t, zzgl. 2,5 % Bewehrungsstahl



Tab.B.6: Mengengerüst Aushub aus Tunnels und Baugruben sowie Abraum der aufzulassenden Bahnanlagen

	Ausbruch- volumen (m <sup>3</sup> )	Ausbruch- masse* (t)	Abtrans- port via Innenstadt (t)
<b>Fildertunnel</b>			
- Vortrieb mit TBM			
= Südabschnitt	742.036	1.706.683	
= Nordabschnitt (Oströhre)	333.773	767.678	767.678
= Nordabschnitt (Weströhre)	333.779	767.678	
- bergm. Vortrieb inkl. Querschläge	525.612	1.184.909	
- Wendekaverne	1.440	3.312	3.312
- Rettungszufahrt Süd	17.364	39.937	39.937
Flughafentunnel inkl. Tunnelbahnhof NBS	681.425	1.531.997	
Flughafenanbind. Gäubahn inkl. Tunnelbf.	388.480	876.032	
Notausgänge etc. im Bereich Flughafen	27.794	63.926	
Tunnel Denkendorf	215.520	431.040	
Tunnel Feuerbach inkl. Querschläge + ZA Prag	787.915	1.797.497	1.797.497
Fernb.-Tunnel Richtung Bad Cannstatt inkl. Querschläge + ZA Nord	805.207	1.837.115	1.837.115
S-Bahn-Tunnel Richtung Bad Cannstatt	199.436		
S-Bahn-Tunnel Hbf - Mittnachtstraße	205.262		
S-Bahn-Tunnel Richtung Nordbahnhof	56.968		
= > Summe S-Bahn-Tunnels		1.267.059	1.267.059
Tunnel Richtung Obertürkheim inkl. Quer- schläge + ZA Ulmer Str.	1.427.460	3.260.837	1.086.946**
Abzweigtunnel Richtung Untertürkheim	235.054	519.360	
Tunnel-Hauptbahnhof inkl. Nord- und Südkopf	974.500	2.184.127	2.184.127
Neubau Stadtbahntunnels inkl. neuer Bahnhof	280.459	624.095	624.095
Düker	118.323	236.646	236.646
<b>Summe Ausbruchvolumen</b>	<b>8.357.807</b>	---	---
<b>Summe Ausbruchmasse</b>		<b>19.099.928</b>	<b>9.844.412</b>
<b>abzutragende Dämme***</b>	<b>925.000</b>	<b>1.850.000</b>	<b>1.850.000</b>
<b>Abzutragende Über-   werfungen***</b>	<b>35.000</b>	<b>84.000</b>	<b>84.000</b>
<b>Summe Abbruchvolumen</b>	<b>960.000</b>	---	---
<b>Summen gesamt</b>	<b>9.317.807</b>	<b>21.033.928</b>	<b>11.778.412</b>

\* Dichte Tunnelaushub: 2,3 t/m<sup>3</sup>; Dichte des Materials der abzutragenden Dämmen: 2,0 t/m<sup>3</sup>

\*\* Abtransport über Innenstadt: 1/3 des Aushubs

\*\*\* geschätzt

Tab.B.7: Transporte von Baumaterial innerhalb der bergmännisch vorgetriebenen Tunnels per Förderband oder Loren im Planfall (gerundet)

Bezeichnung des Tunnels	Material- masse* (t)	durchschn. Transport- strecke (km)	Transport- leistung (tkm)
<b>Fildertunnel</b>			
- Vortrieb mit TBM			
= Südabschnitt (52 %)	504.625	2,0	1.009.250
= Nordabschnitt			
Oströhre (24 %)	232.904	1,3	302.775
= Nordabschnitt			
Weströhre (24 %)	232.904	7,2	1.676.909
Summe Material (100 %)	970.433		
- bergm. Vortrieb	450.092	4,2	1.890.386
<b>Flughafentunnel</b>			
inkl. Tunnelbf. "NBS"	659.878	2,1	1.385.744
<b>Tunnel Richtung Feuerbach ohne ZA Prag</b>			
- Nordabschnitt (23 %)	166.535	0,4	66.614
- Südabschnitt (77 %)	557.530	1,2	669.036
Summe Material (100 %)	724.065		
<b>Fernbahntunnel Ri. Bad Cannstatt</b>			
- Westabschnitt (62 %)	494.021	1,3	148.206
- Ostabschnitt (38 %)	302.787	0,7	211.951
Summe Material (100 %)	796.808		
S-Bahn-Tunnel Ri. Bad Cannstatt	171.650	0,5	85.825
<b>Tunnel Richtung Obertürkheim</b>			
ohne ZA Ulmer Straße	1.274.150	1,0	1.274.150
Abzweigtunnel Ri. Untertürkheim	83.504	0,4	33.402
<hr/>			
Summe Material	7.621.886		
Summe Transportleistung Hinweg			8.754.248
Zuschlag für Leerfahrten auf dem Rückweg: 30 %			2.626.274
<hr/>			
Summe Transportleistung gesamt			11.380.522

\* Tunnelschalen, Tübbing, Stahlbeton für Querschläge und Notausgänge, Spritzbeton zur Tunnelauskleidung, Beton für Füllung Tunnelsohle

Tab.B.8: Transporte von Aushub innerhalb der bergmännisch vorgetriebenen Tunnels per Förderband oder Loren im Planfall (gerundet)

	Ausbruch- masse (t)	durchschn. Transport- strecke (km)	Transport- leistung (tkm)
<b>Fildertunnel</b>			
- Vortrieb mit TBM			
= Südabschnitt	1.706.683	2,0	3.413.366
= Nordabschnitt (Oströhre, 24 %)	767.678	1,3	997.981
= Nordabschnitt (Weströhre, 24%)	767.678	7,2	5.527.282
Summe Ausbruch	3.242.039		
- bergm. Vortrieb inkl. Querschläge	1.184.909	4,2	4.976.618
Flughafentunnel inkl. Tunnelbahnhof NBS	1.531.997	2,1	3.217.194
Tunnel Richtung Feuerbach (ohne ZA Prag)			
- Nordabschnitt	387.763	0,4	155.105
- Südabschnitt	1.298.165	1,2	1.557.798
Fernb.-Tunnel Richtung Bad Cannstatt			
- Westabschnitt	1.139.011	1,3	1.480.714
- Ostabschnitt	698.104	0,7	488.673
S-Bahn-Tunnel Richtung Bad Cannstatt	449.170	0,9	404.253
Tunnel Richtung Obertürkheim			
- Westabschnitt	1.086.946	1,0	1.086.946
- Mittelabschnitt	1.086.946	1,0	1.086.946
- Ostabschnitt	1.086.946	1,0	1.086.946
Abzweigtunnel Richtung Untertürkheim	519.360	0,4	207.744
Summe Transportleistung Hinweg			25.687.566
Zuschlag für Leerfahrten auf dem Rückweg: 30 %			7.706.270
Summe Transportleistung gesamt			33.393.836

Tab.B.9: Tunnels in der Innenstadt: Transporte von Aushub per LKW\* ab Tunnelportal bzw. Zwischenangriff zur Umladestation am Nordbahnhof

Name des Tunnels	durchschn. Transportstrecke** (km)	Aushubmasse (t)	Transportleistung (tkm)
<b>Fildertunnel***</b>			
- Nordabschnitt (Oströhre)	2,6		
- Rettungszufahrt Süd	2,6		
- Wendekaverne	2,6		
Summe		810.927	2.108.410
Stadtbahntunnel	3,0	586.569	1.759.707
Tunnel Obertürkheim	2,6	1.086.946	2.826.060
Tunnel Feuerbach via ZA Prag	0,9	1.797.497	1.617.747
Fernbahntunnel Bad Cannst. via ZA Nord	0,8	1.837.115	1.469.692
S-Bahn-Tunnels	1,3	1.267.059	1.647.177
Baugrube Hbf	2,6	2.184.127	5.678.730
Abzutragende Dämme	1,4	1.850.000	2.590.000
Abzutragende Überwerfungen	1,4	84.000	117.600
Summe Aushub-Masse Innenstadt:		11.504.240	
Summe Transportleistung Innenstadt:			19.815.123
zzgl. 30 % Leerfahrten-Leistung			5.944.537
Summe Leistung Last- und Leerfahrten			25.759.660

\* LKW mit 40 t Gesamtgewicht, 25 t Last

\*\* Länge der Baustraße vom Hbf (Ende des Förderbandes) bis Umladestation am Nordbahnhof: ca. 2,6 km

\*\*\* Transport per Förderband unberücksichtigt

tkm Tonnenkilometer

Tab.B.10: Oberirdische Transporte von Tunnelaushub bis zu den Deponien im Planfall

Startpunkt	Transportmittel	Lage der Deponie bei...	Fahrtstrecke (km)	Aushubmasse (t)	Transportleistung (tkm)
Nordbahnhof	Zug	Schwäb. Hall	70	3.707.604	259.532.280
Nordbahnhof	Zug	Rottweil	110	3.707.604	407.836.440
Nordbahnhof	Zug	Nordhausen	500	3.707.604	1.853.802.000
Summe Transport per Zug bis Deponien* zzgl. 30 % Leerfahrten-Leistung				11.122.813	2.521.170.720 756.351.216
Summen Last- und Leerfahrten-Leistung der Züge					3.277.521.936
ZA Ulmer Str.	LKW	diverse Orte	50	2.693.251	134.662.550
Südportal	LKW	in Baden-	50	3.659.270	182.963.500
Fildertunnel		Württemberg			
Flughafen	LKW	berg**	50	2.471.955	123.597.750
Summe Transport per LKW bis Deponien zzgl. 30 % Leerfahrten-Leistung				8.824.476	441.223.800 132.367.140
Summen Last- und Leerfahrten-Leistung der LKWs					573.590.940

\* Es wird angenommen, dass der Aushub ab Nordbahnhof zu je einem Drittel auf die drei Deponiestandorte verteilt wird.

\*\* Es wird des weiteren angenommen, dass der Aushubtransport per LKW zu Deponien an diversen Standorten in Baden-Württemberg über eine durchschnittliche Strecke von 50 km erfolgt; der Aushub aus dem Tunnel Denkendorf bleibt unberücksichtigt wie auch der Massenüberschub aus Einschnitten der freien Strecke zwischen Fildertunnel und Wendlingen, da die hierbei anfallenden Erdmassen für Straßen- und Bahndämme und für Lärmschutzwälle verwendet werden.