

	HaBi Variante 4									
	CO2 Emissionen ICE Trassen Neubau	Rot = Variable	t Gewicht pro km		t CO2 pro t Gewicht	t CO2 pro km	Strecken L (km)		CO2 t pro L (km)	Quellen in Tabelle 2
1	HGS Trassen Neubau, 2Trassen, Oberbau: Betontrasse, Schienen, Strommasten, Leitungen, Unterbau pauschal, Transport Materialien									
	Schienen: für 2 Trassen	UIC 60 Stahl Herstellung	241	t /km	2,04	492				10, 2
	Betontrasse + Schwellen 2 Trassen	Stahl Beton Herstellung	5.520	t /km	0,17	938				12, 4
	Erstellung Unterbau	Erde Aushub Verfüllung	630	t/km	0,0007	0,4				14
	Oberleitung Fahrdraht	Kupfer Bronze	2,3	t/km	2,20	5				29, 6
	Signal Kupferleitungen	Strom Signal Leitungen	9	t/km	3,00	27				30, 7
	Beton Oberleitungsmasten		92	t/km	0,23	21				3,19
	Stahl Oberleitungsmasten		51	t/km	1,45	74				20, 5
	Sand Kies Schotter Verbrauch		20.000	t/km	0,0007	14				21, 44
	Material An/Abtransport	per LKW 20t - 100 km	26.545	t/km	0,24	319				39
	Total Trassen (ausser in Tunnel und Brücken)		26.545	t/km	CO2/km	1.890	65	km =	122.863	t CO2
2	HGS Tunnel, 2 Trassen in 2 Röhren, Bohren, Tübbinge, Oberbau: Betontrasse, Schienen, Oberleitung, Transport Materialien									
	Beton Tübbinge	pro 2 Röhre	139.136	t/km	0,23	32.001				3
	Schienen: für 2 Trassen	UIC 60 Stahl Herstellung	241	t /km	2,04	492				2
	Trasse: Beton für 2 Trassen	Beton Herstellung	5.520	t /km	0,17	938				4
	Bewehrungsstahl	Herstellung	133	t/km	1,45	193				5
	Ausbruch für 2 Röhren		566.770	t/km	0	0				16
	Tunnel bohren 2 Röhren	Bohrmasch notw. Energie =				1.500				43
	Oberleitung	Kupfer Bronze	2	t/km	2,20	5				6
	Kupferleitungen	Strom Signal Leitungen	6	t/km	3,00	17				7
	Anzahl Einlauf Auslauf Gewerke	pro Röhre 2 Segmente	4.000	t /2 Röhren	0,17	680				7
	Material An/Abtransport	per LKW 20t - 100 km	715.808	t/km	0,24	8.590				39
	Total		2 Tunnelröhren	mit je 1 Trasse		44.416	22	km =	977.151	t CO2
3	Sicherheitsquerschlag (QS) zwischen 2 HGS Tunnel, alle 500m, L=20m, D=4m									
	Sicherheits Quertunnel pro 500 m Trasse mit 20m Länge	pro Quer/Steigtunnel								71
	pro 500 m Tunnellänge = 1 Querschlag	Anzahl Querschläge	42	t CO2/km QS	7.415	1	km QS =	6.229	t CO2	
4	Brunnenbohrungen in Bereichen zur Grundwasserabsenkung, pro 1 Brunnen, D=1m, Tiefe= 80m, Abstand alle 50 m									
	Bei Grundwassereinbruch evtl Absenkung notwendig			CO2 t/Brunnenbohrung	0,8					72
	Total		Brunnen		Anzahl	22	Brunnen =	3	t CO2	
5	Spannbetonbrücke für 2Trassen, Unterbau, Oberbau Betontrasse, Schienen, Strommasten, Leitungen, Transport Materialien									
	Brücken: Beton Herstellung	Beton Herstellung	108.388	t/km	0,17	18.426				26
	Brücken: Stahl Herstellung	Stahl Herstellung	4.220	t/km	1,45	6.119				27
	Schienen: für 2 Trassen	UIC 60 Stahl Herstellung	241	t /km	2,04	492				10,2
	Trasse: Stahl Beton für 2 Trassen	Stahl Beton Herstellung	5.520	t /km	0,17	938				12, 4
	LKW Beton + Eisen Antransport	LKW Beton+Stahl TRANSP	118.369	t/km	0,24	1.420				39
	Erdarbeiten	Aushub Verfüllung	55.000	t/km	0,00070	39				28
	Total		Brücken mit	2 Trassen		27.434	1	km =	27.434	t CO2
6	Lärmschutzwände an Trassen und Brücken									
	5m h Schallschutzwand Alu/Steinwolle/Alu/Stahlträger/Betonbefestigung + 10% für Aufbau					946				44
	Total		Lärmschutzwand einseitig	Annahme km		946	60	km =	51.600	t CO2
7	Temporäre Hilfs Infrastrukturmassnahmen nur Strassen, ohne Plätze, Fabrikationsstellen									
	Total		km Hilfsstrassen	Annahme		964	10	km =	9.640	t CO2
8	(Abriss und) Wiederaufbau von Gebäuden und Anlagen				t Co2/ Gebäude		Anzahl			
	Annahme Gebäude, die entlang der Strecke abgerissen bzw. wiederaufgebaut werden müssen				t Co2/ Gebäude	50	50	Gebäude	2.500	t CO2
A	Freisetzung CO2 durch Baumaterialien + etc bei Gesamtstrecke				88 km =				1.197.420	t CO2
	Freisetzung CO2 durch Bauarbeiten, Planung, notwendige + überflüssige Diskussionen (Manntage für Projekt						Manntage für Projekt	t CO2 das Projekt für		
9	Arbeitstage zum Bau von Trasse, Tunnel, Brücken		Annahme	250	Arbeiter	8	Jahre = ArbTage	440.000	9.644	t CO2
10	Arbeitstage von Planern, Gutachtern, bei Präsentationen		Annahme	30	Planer	3	Jahre = ArbTage	19.800	434	t CO2
11	Freiwillige notwendige Bürgerinitiative Pers Arbeitstag		Annahme	100	Personen	1	Jahre x 220Tage	22.000	482	t CO2
12	Pizza+Bier/ BI Arb.Tage: jeder Freiwillige kriegt 1 Pizza+1 Bier / Tag Erfahrung			88	t CO2 fürPizza	17,6	t CO2 für Bier		106	t CO2
B	Freisetzung CO2 durch Manpower an Baustelle, Planung, Besprechungen, Pizza + Bier für die BI's								10.666	t CO2
A+B	Freisetzung CO2 bei Neubau einer ICE Trasse				HaBi Variante 4				1.208.085	t CO2

Amortisationsdauer = CO2 Bau Freisetzungen / Ersparnis pro Jahr (durch Verkehrsverlagerung zur Schiene) CO2 Ersparnis pro Jahr = Annahme Bundes-Verkehrsministerium für HaBi Amortisationsdauer nach IB (falls zugrundgelegte Verlagerung von Personen und Güter realisiert eintritt) 40.000 t CO2/a 30 Jahre Überholung nach 25 Jahren?										
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Kosten	HGS Trassen (Km-Angabe oben in der Tabelle Nr. 1) á 50 Mio. Euro/km	3.250.000.000 Euro	81
	HGS-Tunnel (Km-Angabe oben in der Tabelle Nr. 2) á 120 Mio.Euro/km	2.640.000.000 Euro	82
	OHNE Brücken, Lärmschutzwände, Dämme, Tröge, Einschnitte etc	5.890.000.000 Euro	

Treibhausgas Freisetzung bei Materialherstellung

2,04 t CO2 / t Schienen Stahl Herstellung -	Rössler s21+ Tab.1	https://www.umstieg-21.de/assets/files/thg-endbericht_s21_251017.pdf
0,23 t CO2 / t Stahlbeton Tübbinge 8/92 % Stahl / Beton	Rössler s21+ S.11	
0,17 t CO2 / t Stahlbeton für feste Fahrbahn 3/97 %	Rössler S21+ S. 11	
0,14 t CO2 / t reiner Beton	Rössler s21+ Tab.1	
2,20 t CO2/ t Oberleitung Kupfer+ Bronze 50/50 % ?	Öko-Inst Tabelle 1	https://www.oeko.de/publikation/treibhausgasemissionen-durch-die-schieneninfrastruktur-und-schienenfahrzeuge-in-deutschland/
3,00 t CO2 / t Kupferherstellung Energieversorgung Trasse	Öko-Inst Tabelle S62	
1,45 t CO2 / t Eisen Bewehrung Herstellung -	Öko-Inst Tabelle 1 Treibhausgasemiss.FKZ 36301244	

Mengen/Gewichte Gewerke

241 t Schienen / km Gewicht bei 2 Trassen	Öko Institut Tabelle 10	https://www.oeko.de/publikation/treibhausgasemissionen-durch-die-schieneninfrastruktur-und-schienenfahrzeuge-in-deutschland/
133 t / km Bewehrungsstahl 2 gleisige Trasse NBS	Öko Institut S.33	
5.520 t / km Betonverbrauch 2 gleisig Trasse NBS 3/97	Öko Institut S.33	
315 m3 / km Erdarbeiten Trassen NBS	Öko Institut S23	
630 t/km Erdarbeiten Aushub Verfüllung Trassenbau 315 cbm/km	Öko Institut S23	
141.693 m3 Ausbruch / km 1 gleisiger ICE Tunnel Rechnung	141.692,50	
283.385 t Ausbruch / km 1 gleisiger ICE Tunnel	(Öko Institut S 44 Tabelle 23)	https://www.oeko.de/publikation/treibhausgasemissionen-durch-die-schieneninfrastruktur-und-schienenfahrzeuge-in-deutschland/
115.000 t Beton / km 2 Tunnel 1 gleisig =40.200 cbm/km x 1,2	Öko Institut S 44 Tabelle 23 berechnet	https://www.oeko.de/publikation/treibhausgasemissionen-durch-die-schieneninfrastruktur-und-schienenfahrzeuge-in-deutschland/
3.360 t Bewehrungsstahl / km Tunnel 1 gleisig		
92 t Beton / km Oberleitungsmasten 2 gleisige Trasse	UmweltBuA Tab 139 S.211	
51 t Stahl/ km Stahl Oberleitungsmasten 2 gleisige Trasse	UmweltBuA Tab 139 S.211	
20.000 t / km Verbrauch Kies Sand Schotter 2 gleisige Trasse	Öko Institut Tabelle 7 +15	
1.000 t pro El/Auslaufsegment bei Tunnel geschätzt		da (m) = 11
24.139 m3 / km Tübbinge Volumen 1km	Rechnung	di (m) = 9,5
69.568 t/ km Tübbinge Gewicht 1km aus oa	Rechnung	
3.685 t CO2/ km Tunnelbohren bei 0,5m/h Vortrieb, Antriebsleistung 5600 kw, 0,47kg CO2/kwh Faktor 0,7	https://www.herrenknecht.com/de/newsroom/keytopicdetail/umwelt-und-ressourcen/	3.684,80
108.388,00 t Beton / km Brücke 2 gleisig	(Schmied Ökoinstitut S.37/38)	
4.220,00 t Stahl / km Brücke	(Schmied Ökoinstitut S.37/38)	
55.000,00 t Erdaushub / km Brücke	(Schmied Ökoinstitut S.37/38)	
2,3 t/km Oberleitung Kupfer / Bronze	Öko Institut Tab 26	https://www.oeko.de/publikation/treibhausgasemissionen-durch-die-schieneninfrastruktur-und-schienenfahrzeuge-in-deutschland/
9,00 t/km Kupfer Signalleitung neben der Trasse	Öko Institut Tab 26	

Spez Gewichte Materialien

2,45 t / cbm Beton spez. Gewicht	https://www.boetel-bs.de/Umrechnungstabelle	
7,85 t / cbm Stahl spez. Gewicht	Rößler	
2,88 t / cbm Tübbinge 92% Beton 8% Stahl spez. Gewicht	Rechnung	2,88
1,75 t/cbm Kalksteinschotter spez Gewicht	https://www.boetel-bs.de/Umrechnungstabelle	
2,00 t / cbm Erde spez Gewicht	https://www.boetel-bs.de/Umrechnungstabelle	
2,00 t / cbm Ausbruch Tunnel-spez Gewicht	https://www.boetel-bs.de/Umrechnungstabelle	
0,00070 t Co2 / t Erdarbeiten Baumaschinen für Erdarbeiten	Carbon footprint table 3.2	https://uic.org/IMG/pdf/uic_rail_infrastructure_111104.pdf
0,24 t CO2 pro LKW pro 100 Km / 20 t Material nur Diesel	https://de.statista.com/statistik/daten/studie/881600/umfrage/co2-emissionen-im-deutschen-gueterverkehr-nach-verkehrsmitteln/	https://widuland.de/co2-studie/
3,24 kg CO2/ l diesel		
5.000 kw Antriebsleistung Tunnelbohrmaschine	Vorschub 15 m/24h = 1,6m /h = 625h/km =	3.125.000 kwh/km
0,47 kg CO2 / KWh (zB. Tunnelbohren)	Rössler S21+ S66	1.469 t CO2 /km
1500 t CO2/ km durch Bohrtätigkeit des Tunnel Rechnung gemittelt	BMVI Errechnung des Energie Tabelle 7	1250 t CO2/km errechnet
860 t CO2/km Schallschutzwand einseitig	https://widuland.de/co2-studie/	
2 t CO2/ t Asphalt Herstellung	https://www.asphaltpavement.org/uploads/documents/Sustainability/SIP-106_GHG_Emissions_Inventory_for_Asphalt_Mix_Production_in_the_US_%E2%80%93NAPA_June_2022.pdf	
660 t CO2 pro km bei 1000x3x0,05m x 2,2t/cbm x 2 t Co2/t Asphalt =660	660	ChatGPT
0,20 t CO2/ t Schotterherstellung	https://www.nssga.org/sites/default/files/2021-05/NSSGAGreenhouseGasEmissionsReport04-26-21.pdf	
264 t CO2 pro km bei 1000x3x0,2m x 2,2t/cbm x 0,2 tCO2/t Schotter	264,00	

Beispiele Tunnel

41.500 t Co2/km Katzenbergtunnel kpl Mittel TVM/SBW L=9,4km	TUM Dissert.Sauer 2016 S.146 Tab.B1
30.000 t Co2/ km Boßlertunnel kpl Mittel TVM/SVM L=8,8km	TUM Dissert.Sauer 2016 S.147 Tab.B2
38.672 t Co2/ km BrennerBasisTunnel kpl	TUM Dissert.Sauer 2016 S26 Tab.5
32.000 t Co2/ km S21 Zusatztunnel kpl 47 km Einzelröhre	Rössler S21+ S.18
98.000 t CO2/ km Ubahn Tunnel Berlin 12/20	https://klimabilanz-ubahn-tram.de/download/klimabilanz-ubahn-tram-2023-01.pdf

Beispiele Brücken

	Wikipedia	Beton	Beton	Stahl	Aushub Erde	Höhe
Länge (m)	Länge (m)	cbm	t	t	cbm	
Morschen	1450	70.000	175.000	9.100	?	75
Ilmtal	1681	64.000	160.000	7.500	?	50
Altenfeld	370	13.000	32.500	1.300	?	70
Gümpentalbrücke	1104	52.000	130.000	6.000	65.000	71
Hallerbachtalbrücke	992	17.320	43.300	2.900	?	33
Dunkeltalbrücke	291	7.400	18.500	1.445	?	65
Massetalbrücke	385	12.700	31.750	1.910	50.000	78
Truckenthalbrücke	425	14.000	35.000		?	57
	6698	250.420	626.050	30.155	115.000	62
Vergleichswerte mittel aus Wikipedia		37	93.468	4.502	20.833	
		cbm/m	t/km	t/km	t /km	
		t/km	77.040	3.510	52000	

CO2 Freisetzung durch Arbeit/ Manpower/ Querschläge/Wohnhaus etc

0,13 Vergleich Querschnitt (QS) Tunnel d=11m /Sicherheits Querschlag d= 4m	CO2 Querschlag aus QS ICETunnel abgeleitet	qm	24	3	0,13 =Querschlag/Tunnel
0,8 t Co2 / pro Brunnenbohrung 80m tief 20 cm durchmesser	ChatGPT Copilot 0,2t/Brunnen	https://tunnelbau.max-boegl.de/kompetenzen/referenzen/finnetunnel			
8t CO2 / Person/365 Tage	https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Länder_nach_CO2-Emission_pro_Kopf				
4 kg CO2 pro Pizza Chat Mozarella, Tomaten, Mehl, Backen	https://search.library.wisc.edu/article/cdi_proquest_jour				
0,8 Herstellung Transport von 1000 Flaschen Bier setzen etwa 510 bis 842 kg CO2	https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-016-1028-6				
50 t CO2 entstehen durch Bau eines mittleren Wohnhauses nur Materialien	https://hinkelmann-massivhaus.tc.de/haus/oekobilanz.html				
40 t CO2 /km für Bagger Planieren, Asphaltfertiger,Transport Hilfsstrassen	ChatGPT				

KOSTEN

50 mio € pro Km Neubau HGS Trasse mit 2 Trassen	https://www.hochgeschwindigkeitszuege.com/strecken.php	https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/high-speed-rail-19-2018/de/
120 mio € pro Km 2 Tunnel Neubau HGS Trasse mit je 1 Trassen	https://www.schwaebische.de/regional/oberschwaben/ravensburg/ein-meter-tunnel-kostet-zwischen-15000-und-20000-euro-525557	

➤ Bohrkopf-Durchmesser: **9,36 m**
(für 8,20 m Tunnel-Innendurchmesser)

➤ Länge: **ca. 150 m**

➤ Antriebsleistung: **4.200 kW**
→ **2 t CO₂ je Betriebsstunde** aus Stromerzeugung, falls Strom aus Hochspannungsnetz bereitgestellt wird (Strommix: 476 g/kWh)